

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra tělesné výchovy a sportu

Komparace fyziologických nároků při použití běžného horského kola a elektrokola
Diplomová práce

Autor: Petr Chaloupka
Studijní program: M7504 - Specializace v pedagogice
Studijní obor: Mgr. učitelství - všeobecný základ
Vedoucí práce: Mgr. Adrián Agricola, Ph.D.

Hradec Králové
2020



Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: Petr Chaloupka

Studium: P18P0964

Studijní program: N7504 Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Učitelství pro střední školy - ruský jazyk a literatura, Učitelství pro střední školy - tělesná výchova

Název diplomové práce: **Komparace fyziologických nároků při použití běžného horského kola a elektrokola**

Název diplomové práce AJ: Comparison of physiological demands using a conventional mountainbike and an electrobike

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem diplomové práce je porovnat fyziologické nároky při jízdě na klasickém horském kole a elektrokole. Výzkumný soubor budou tvořit dva smíšené páry (muž a žena) různé výkonnostní úrovně. Výzkum bude probíhat na vybraném terénním okruhu, který jezdci projedou na běžném kole a následně na elektrokole. Potřebné data budou získané za pomoci sportesterů Garmin. Tyto data budou následně porovnány a vyvozeny závěry výzkumu. Výzkumné metody: analýza, syntéza, testování, komparace, metody deskriptivní statistiky

Anonymous (2008). Kategorie a typy elektrokol [online]. 2. 5. 2017. from World Wide Web on: <http://www.akumo.cz/kategorie-typy-elektrokol>
Hrubíšek, I. (2011). Elektrokola: nová dimenze cyklistiky. Plzeň: Cykloknihy.
Hrubíšek, I. (2002). Horské kolo od A do Z. 5., aktualiz. vyd. Praha: Sobotáles.
Makeš, P. & Král L. (2002). Velká kniha cyklistiky. Vyd. 1. Praha: Computer Press.
Novák, L. (2006). Legislativa - elektrokola [online]. 23. 04. 2017 from World Wide Web on: <https://ekolo.cz/legislativa-okolo-elektrokol>

Garantující pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu, Pedagogická fakulta

Vedoucí práce: Mgr. Adrián Agricola, Ph.D.

Oponent: doc. PaedDr. Dana Fialová, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 5.1.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval pod vedením Mgr. Adriána Agricoly, Ph.D., samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne

Podpis studenta:

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomová práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č. 1/2013 (Řád pro nakládání se školními a některými jinými autorskými díly na UHK).

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Adriánovi Agricolovi, Ph.D., za vedení diplomové práce, odborné rady, ochotu a čas, který mi věnoval.

Anotace

CHALOUPKA, Petr. Komparace fyziologických nároků při použití běžného horského kola a elektrokola. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2020. 63 s. Diplomová práce.

Diplomová práce se zaměřuje na porovnání fyziologických nároků při jízdě na běžném horském kole a elektrokole. První část práce je věnována poznatkům z oblasti historie cyklistiky a vývoje jízdních kol a elektrokol. Následuje popis biomechaniky a fyziologie jízdy na kole. Ve druhé části se práce zaměřuje na komparaci fyziologických nároků při jízdě na běžném jízdním kole a elektrokole. Práce podrobně popisuje biomechaniku a fyziologii cyklisty, metodiku měření a odpovídá na otázku, jak se budou lišit dosažené hodnoty času, rychlosti, tepové frekvence a „spálených“ kalorií u testovaných probandů při jízdě na běžném horském kole a elektrokole.

Klíčová slova: cyklistika; elektrokolo; jízdní kolo; komparace; fyziologie; testování

Annotation

CHALOUPKA, Petr. Comparison of physiological demands using a conventional mountain bike and an electric bike. Hradec Králové: Faculty of Education, University of Hradec Králové, 2020. 63 p. The diploma thesis.

The diploma thesis focuses on comparison of physiological demands when using a conventional mountain bicycle and an electric bicycle. The first part of the diploma thesis is devoted to the historical knowledge of cycling and the development of bicycles and electric bicycles. The following is a description of biomechanics and physiology of cycling. In the second part the diploma thesis focuses on comparison of physiological demands when using a conventional mountain bicycle and an electric bicycle. The thesis describes in detail the biomechanics and physiology of cyclists and measurement methodology. The thesis answers the question as to how the achieved values of time, speed and heart frequency differ in tested probands when riding a conventional mountain bicycle and an electric bicycle.

Keywords: Cycling; Electric bicycle; Bike; Comparison; Physiology; Testing

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 VÝVOJ HORSKÉHO KOLA A ELEKTROKOLA	12
1.1 Vývoj a charakteristika horského kola	12
1.2 Rozdělení horských kol podle využití.....	14
1.3 Vývoj a charakteristika elektrokola	16
1.4 Rozdělení horských elektrokol podle využití.....	19
2 BIOMECHANIKA JÍZDY NA KOLE	21
2.1 Biomechanika šlapání	21
2.2 Dostředivá a odstředivá síla	23
2.3 Rychlost a výkon.....	23
3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH FYZIOLOGICKÝCH UKAZATELŮ	25
3.1 Srdeční frekvence.....	25
3.2 Aerobní a anaerobní činnost.....	26
3.3 Kalorie jako jednotka energie	29
4 DIAGNOSTIKA SPORTOVNÍ VÝKONNOSTI V CYKLISTICE	32
5 CÍL PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA.....	34
5.1 Cíl práce	34
5.2 Úkoly práce	34
5.3 Výzkumná otázka.....	34
6 METODIKA	35
6.1 Charakteristika výzkumného souboru.....	35
6.2 Organizace výzkumu a popis sběru dat.....	36
6.3 Charakteristika materiálního a softwarového vybavení.....	37
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	45
7.1 Komparace dosažených hodnot u jednotlivých probandů	45
7.2 Komparace dosažených hodnot mezi probandy navzájem	53
9 ZÁVĚR	58
10 REFERENČNÍ SEZNAM.....	61

ÚVOD

Celosvětovým trendem je aktivní životní styl a s tím spojený počet aktivních cyklistů. Kolo je využíváno pro odpočinek, relaxaci, sportování a v neposlední řadě také jako dopravní prostředek po přeplněných městech celého světa. Velmocí v tomto ohledu je jednoznačně Nizozemí, jízdní kolo tam vlastní téměř každý a někteří jich vlastní i více, než pouze jedno městské. Mezi velké milovníky cyklistiky a cykloturistiky patří dále také lidé v Belgii, Francii, Itálii, Německu a Španělsku. V České republice je také velký počet cykloturistů, a proto se řadíme v Evropě mezi velmoc. U nás v České republice jezdí na jízdním kole téměř 1,5 milionu lidí. Ročně se v České republice prodá přibližně 300 000 kol. Tato čísla dokazují to, že je cyklistika nejoblíbenějším a nejrozšířenějším sportem v České republice.

Dnešní rychlá doba vyžaduje vhodně relaxovat a odpočívat. Velká část populace využívá ke zvýšení fyzické a psychické pohody právě jízdní kolo.

Mnoho lidí nemá dostatečný aktivní pohyb během dne, a je proto rizikovou skupinou pro všechna civilizační onemocnění.

Jízda na kole má mnoho pozitiv. Pro dýchací soustavu a naši otužilost je pohyb na čerstvém vzduchu naprosto ideální. Cyklistika nám zlepší výkon, dochází ke zrychlení a zkvalitnění funkcí těla a také redukuje tělesnou hmotnost. Pro lidi, kteří trpí nadváhou je obrovský benefit ten, že při jízdě na kole nepřetěžují své klouby dolních končetin. Kvůli civilizačním onemocněním a dalším zdravotním hendikepům se po celém světě velmi rozšiřuje jízda na elektrokolech. Díky elektrokolům začínají sportovat i ti, kteří dříve cyklistiku a sport všeobecně příliš nevyhledávali. Těmto lidem se dnes otevřely velké možnosti v podobě sportu, který je pro naše zdraví velmi důležitý. Cyklista si může na svém e-biku nastavit přípomoc přídavného motoru tak, jak je mu to příjemné a pohodlné. Během jízdy průběžně redukuje výkon motoru v závislosti na různých faktorech. Nový druh cyklistiky pomáhá lidem, kteří trpí respiračním onemocněním, srdečními problémy, anebo zkrátka celkově fyzicky nevládají jízdu na kole tak, jak by si představovali.

Do jaké míry dokáže ale elektrokolo pomoci? Odpovědět na tuto otázku je cílem předložené diplomové práce. V rámci výzkumu porovnáme fyziologické nároky při jízdě na klasickém horském kole a elektrokole. Výzkumný soubor budou tvořit dva smíšené páry (muž a žena) různé výkonnostní úrovně. Výzkum bude probíhat na vybraném terénním okruhu, který jezdci projedou na běžném kole a následně na elektrokole -

cílem je projít trasy v co nejkratším čase, tzn. na maximální možný výkon. Primárním cílem výzkumu není komparace časů testovaných jedinců mezi sebou ale komparace rozdílů v časech mezi běžným kolem a elektrokolem u jednotlivých probandů. Zajímá nás, jakou pomoc dokáže elektrokolo nabídnout amatérskému závodníkovi s pravidelným každodenním tréninkem a jakou člověku, který se věnuje kolu na víkendové hobby úrovni: testování má prokázat, jak se tato pomoc prokáže na fyziologických charakteristikách probandů.

1 VÝVOJ HORSKÉHO KOLA A ELEKTROKOLA

1.1 Vývoj a charakteristika horského kola

Horská kola a jejich historie není tak bohatá, jako historie silničních kol. O to více je tato historie MTB zajímavější. Začátky horských kol jsou datovány k roku 1896, kdy MTB kolo bylo využito při přemístění vojáků v USA přes 1000 kilometrů. Evropané objevili kouzlo horských kol nejdříve ve Francii. Konkrétně v Paříži, kde nadšenci z Velo Cross Clubu Parisen jezdili po Paříži na kolech, které byly takřka horské. Následující krok ve světě MTB učinil John Finley Scott, který si ze svého kola udělal speciální kolo, připravené do terénu – *Woodside bike*. Široké pláště, rovná řídítka, řazení a klasické V-brzdy. Scott byl nadčasový a tímto svým nápadem předběhl vývoj cyklistiky o několik let (Mikyska, 2006).

První setkání nadšenců horských kol se uskutečnilo okolo roku 1960 v Kalifornii, kde také vznikl klub MTB v Cupertinu nedaleko San José. Tito nadšenci využívali již dříve věci z motocyklů k úpravě a zlepšování svých horských kol. Používali řadící páčky a dokonce i páky z brzd. V roce 1976 tam byl uspořádán první závod horských kol. Závodníci sjížděli horu Mt. Tamalpais v San Franciscu. Závod nesl název *Repack* (angl. znovu promazat), protože účinnost brzd byla třeba zvyšovat mazáním, aby alespoň trochu brzdily. Závod pořádal Charlie Kelly. Na startu se objevilo 9 závodníků a 2 psi. Po dlouhotrvajících problémech s legislativou a úřady se zde jel poslední závod v roce 1984. Poté se již začalo jezdit klasické mistrovství světa horských kol. Mistrovství obsahovalo pouze jednu disciplínu, ne jako dnes, kdy máme na mistrovství v MTB mnoho disciplín. Počet závodů na horském kole také rapidně vzrostl, kdy můžeme každý týden vyrazit na závod horských kol v našem kraji (Vocelka, 2016).

Ruku v ruce s vývojem závodů, jde i vývoj samotných závodních speciálů. MTB kolo je charakteristické geometrií rámu, pneumatikami, zesílenými sváry rámu, lehčími převody, odpruženou vidlicí a účinnějšími brzdami. Joe Breeze postavil svůj první prototyp horského kola. V roce 1977 jeho terénní kolo vážilo 16 kilogramů, i to bylo méně, než jeho předchůdce s 21 kilogramy. Kolo bylo osazeno komponenty, které známe dodnes. Brzdy Magura, Suntour přehazovačka a ráfky od amerického Schwinnu. Právě díky tomu, se začalo horským kolům říkat „*breezer*“. Takto upravené kolo mělo cenu 750 dolarů. Což v té době byla nepředstavitelná suma, kterou měl někdo zaplatit za pouhé kolo. Následně do MTB pronikly materiály jako titan, Cr-Mo a magnézium.

Díky těmto materiálům se váha kol snižovala. Charlie Cunningham vytvořil kolo, které vážilo pouze 12 kilogramů (Anonymous, 2017).

Sériová výroba horských kol začala v roce 1979, kdy se sešel Gary Fisher s velice známým stavitelem a konstruktérem rámu Tomem Ritcheyem. Chtěli udělat rám stejný, který měl Joe Breeze. Pro Ritcheye to nebyl problém a svařil rámy hned tři. Jeden si nechal a dva dal Garymu Fisherovi, který následně sestrojil další kola, a vše se mu velmi dařilo. Spolu s Charliem Kellym založil Gary Fisher firmu na výrobu kol MountainBikes. Po rozpadu této firmy se název změnil na Gary Fisher. V roce 1993 si tuto značku koupil pod svá křídla americký velikán Trek. Horské kolo tehdy stálo 1400 dolarů, což je v přepočtu na dnešní poměry zhruba okolo sta tisíce korun. Tehdy se vyrobilo 160 kusů kol. Časem se horská kola rozmohla i za hranicemi Kalifornie. Největší boom nastal v 90. letech minulého století, kdy začalo vyrábět kola mnoho výrobců po celém světě. V Japonsku se sériově začaly vyrábět cyklistické komponenty Shimano. Tím, jak přibyla konkurence, tak klesala cena vyráběných horských kol. V USA se začaly konat výstavní akce a tím se zvyšovala popularita jízdních kol. Do Evropy se kola dostala prostřednictvím svého vynálezce Garyho Fishera. Gary Fisher se vydal do Francie prezentovat horská kola. Touto prezentací se horská kola rozmohla i v Evropě (Hrubíšek, 2002; Mikyska, 2006).

S tímto rozmachem se pojí i různé obměny horských kol. První celoodpružená kola spatřila světlo světa, nové systémy řazení od Shimana, Suntouru a mnoho dalších vychytávek. Poté přišel americký Sram s novinkou v podobě Gripshiftu. Jednalo se o řazení v rukojeti, které známe dodnes. S rozmachem a vývojem cyklistiky se začalo pořádat i více akcí a více závodů. Na trh se v roce 1990 dostala obrovská novinka od firmy RockShox. Odpružené vidlice a hlavové složení Ahead, které nemělo závit. Ke konci 20. století začíná mnoho značek bojovat s cenou. Právě pro nižší výrobní náklady byla většina výroby přesunuta do Asie, kde byla levnější pracovní síla. Kola tak oproti výrobkům z Ameriky a Evropy mohla být levnější. Konkurence tedy byla opravdu velká. Postupem času se přišlo na to, že kola z Asie nevydrží tolik, jako kola z ostatních částí planety (Makeš & Král, 2002; Mikyska, 2006).

Na jezeře Lago di Garda (Itálie), se v roce 1992 uskutečnil vůbec první cyklistický festival. Toto místo se tímto okamžikem stává rájem „bikerů“ a je jím i nyní. Na přelomu století byly představeny kotoučové brzdy a pomalu začínají do MTB prosakovat 29“ kola, která jsou dnes fenoménem. Shimano dále udává trend a je jedničkou na trhu s cyklo komponenty. Zahájilo výrobu sady XTR s Dual Control

řazením, kdy bylo možno brzdovými pákami brzdit a zároveň řadit libovolné rychlosti. Horská kola se rozdělují do dvou základních kategorií. Na pevná, tj. *hardtaily* a na *fullsuspension*, kola celoodpružená (Anonymous, 2020). Mezi největší světové velikány na trhu patří Scott, BMC, Specialized, Merida, Santa Cruz nebo Lapierre. Na trhu jsou i mladší značky, které nemají tak bohatou historii, ale nabízejí velmi atraktivní a prodávaná kola, jako např. Canyon, Kross, BH bikes, YT Industries a mnoho dalších.

1.2 Rozdělení horských kol podle využití

Horská kola (MTB) můžeme dle využití rozdělit do jednotlivých kategorií. Následující odstavce popisují dva základní typy horského kola – *hardtail* (kolo „pevné“, tzn., bez zadního odpružení) a *full suspension* (kolo se zadním odpružením, pracující na principu čepů a tumiče). Systém *softail* (kolo využívající tlumící jednotku a pružnost materiálu) vynecháme, protože se jedná o velmi ojedinělý systém, v dnešní době téměř nepoužívaný. Následně se stručně zaměříme na jednotlivé cyklistické disciplíny v rámci horského kola.

HARDTAIL

Kola typu hardtail (nebo jen zkráceně HT) se vyznačují pevnou zadní stavbou. HT jsou především určena pro sportovní a turistické vyjížďky, popřípadě na závody. Velikost pneumatik je dnes 27,5“ anebo 29“. U pevných kol je vše uzpůsobeno pro rychlou a efektivní jízdu v terénu. Díky tomu je váha těchto kol pod hranicí 12 kg a počet převodů se odvíjí dle cenové kategorie výrobku. Zákazník má možnost si koupit kolo s devíti převody nebo také s dvaceti sedmi převody. Paradoxně je dnes populárnější a prodávanější typ s méně převody. Obvykle bývá kolo osazeno převody 3x10 nebo 2x11. V posledních dvou letech převládá trend jednopřevodníků, kdy je možné řadit pouze vzadu. Tam bývá až 13 pastorků. Jednopřevodník byl použit především k ušetření váhy a také k tomu, že při jízdě takřka nemůže spadnout řetěz z převodníku dolů (Anonymous, 2020).

FULL SUSPENSION

Fullsuspension (FS) neboli slangově jen „full“ je horské kolo, které má odpruženou zadní stavbu i přední vidlici. Zdvih tlumičů je od 100 mm až do 200 mm. FS jsou určena do většího terénu a do náročných podmínek. Tato kola jsou komfortní a

dokáží utlumit velkou spoustu nerovností na trati. FS se dále dělí podle geometrie rámu a podle zdvihů odpružení na kola *cross country* (XC), *allmountain/trail* (AM), *enduro* (EN), *freeride* (FR) a *downhill* (DH) (Anonymous, 2020).

Cross country

Cross country kola, jsou závodní speciály s nízkým zdvihem a nízkou hmotností. Zdvih u této kategorie kol je maximálně 120 mm a sportovní geometrie kola nutí jezdce ke svižné jízdě po rovině a do kopců. Vhodná konstrukce kola pak umožní i velmi agresivní sjezd z jakéhokoliv kopce. Tlumič může být umístěn vertikálně i horizontálně, záleží na zvolené technologii daného výrobce. Převody na XC kolech jsou dnes nejčastěji dvanáctirychlostní. Kola váží okolo 11 kg a jsou z hliníku nebo karbonu. Kolébkou XC je Francie a Španělsko. Nejznámější jezdci jsou, Nino Schurter, Ondřej Cink, Henrique Avancini a Maxime Marote (Anonymous, 2017).

Allmountain/trail

AM kola jsou určeny pro zdolávání mírných kopců a středně těžkých sjezdů. Zdvihy tlumičů zde jsou od 120 – 160 mm. Rámy v této kategorii kol jsou hliníkové nebo karbonové. Na těchto strojích se jezdec vydává nejčastěji na trať do 50 km. Převodování tohoto typu kol je spíše lehčí, abychom snadno vyjeli kopec. Váha těchto kol je o trochu vyšší než u XC kol. AM kola musí být bytelnější, aby se s nimi dalo zacházet tak, na co jsou stavěné. Tlumič zadní stavby je většinou kolmo k zemi (Anonymous, 2017).

Enduro

Enduro kola jsou určena do těžkého terénu. Se zdvihy 140 – 180 mm se jezdec může pustit už i do větších a těžších sjezdových pasáží. Hliníkový nebo karbonový rám u těchto kol je uzpůsoben především na sjezdy. Tlumiče na těchto kolech mohou být instalovány do kola jakkoliv, dle výrobních technologií výrobce. Převody jsou od 1x9 do 1x11. Váhově se pohybujeme okolo 13 – 16 kilogramů (Anonymous, 2017).

Freeride

Freeride kola mají zdvihy 180 mm a jsou velmi pevně konstruovaná. Kola jsou uzpůsobena do nejtěžších podmínek. Jsou připravena na skoky, triky, pády i přejezdy automobilů. U freeride kol se karbonový rám používá zcela výjimečně, protože je křehký. Tato kola váží cca 18 kg. Převody na FR kolách jsou 1x7 a nebo populárnější

poslední dobou 1x10 a nebo ještě více. Tlumiče se zde využívají pružinové (Anonymous, 2017).

Downhill

Sjezdová kola jsou určena pouze pro sjezd, nikoliv výjezd kopců. Maximální zdvihy 200 mm, pevný rám je povinností pro tuto adrenalinovou disciplínu. DH kolo je speciál určený do těžkých terénů, pro vysokou rychlost a prudké sjezdy. Váhově se pohybuje okolo 15 - 18 kg. Převody jsou zde velmi těžké oproti ostatním FS, aby závodník mohl šlapat i z kopce ve velké rychlosti. Průměr kol bývá jako všude dnes – 27,5“ nebo 29“ (Anonymous, 2017).

1.3 Vývoj a charakteristika elektrokola

Jízdní kolo s elektropohonem primárně slouží lidem, kterým už nestačí jejich fyzické síly k jízdě na normálním kole, nebo jsou zdravotně indisponováni. Těmto lidem může elektrokolo velmi pomoci. Po městech vidáme stále více elektrokol, které jsou denně využívány k pohybu po městě. Elektrokola jsou také často označována jako Pedelec – Pedal Electric Cycle, nebo se můžete také setkat se zkratkou EPAC – Electric Power Assisted Cycle. Homologované elektrokolo slouží k pohybu na komunikacích a mělo by mít omezenou rychlost. Někteří bohužel mají kolo odblokované a mohou jet i rychleji. Motor cyklistovi pomůže tehdy, když jeho rychlost klesne pod určitou hranici, nebo cyklista přestane šlapat. Vždy záleží na typu a nastavení motoru od výrobce. Toto všechno řídí senzor, který rozpozná kadenci šlapání a tachometr. Dle toho řídicí jednotka kola vyhodnotí potřebnou pomoc pro cyklistu (Anonymous, 2019).

První elektrokolo vzniklo před více, než sto lety. Konstruktorem tohoto kola byl Hosea W. Libbey. V Bostonu v roce 1897 sestrojil kolo s dvojitým elektromotorem, který byl umístěn u středových klik. Rok poté bylo patentováno kolo se zadním pohonem od Mathewa J. Steffesne. Po tomto patentu elektrokola ze světa naprosto vymizela. Nejde opomenout českého konstruktéra Ing. H. Fügnera, který sestrojil svůj elektrocykl těsně před druhou světovou válkou. Jeho elektrokolo bylo vybaveno olověnými bateriemi a bylo schopno jet až 36 km/h. Což v té době bylo něco neuvěřitelného, ještě k tomu, že kolo bylo schopno dojet až 70 km po rovině. Je to až neuvěřitelné, jak brzo byla elektrokola tak podobná těm, která známe dnes. Jenže tato čísla měla jeden háček. Hmotnost. Hmotnost tohoto prototypu, který sestrojil pan Ing.

Fügner, byla 140 kg. Tudíž pro manipulaci, ovládání a veškeré jízdní vlastnosti bylo toto kolo velmi nepraktické (Hrubíšek, 2011; Van Dijk & Winkelmanns, 2018).

Většího vývoje elektrokol jsme se dočkali až o několik desítek let déle. Byly to snímače krouticího momentu a regulátory síly motoru. Ty byly vyrobeny v roce 1990. V roce 1992 bylo veřejnosti představeno elektrokolo s názvem Zike. Nabídla ho společnost Vector Services Limited. Kolo bylo vybaveno nikl-kadmiovými bateriemi, které byly vestavěny do rámu. Elektro pohon s permanentním magnetem o hmotnosti pouhých 850 g. Toto kolo se skoro vůbec nedostalo do podvědomí lidí a potencionálních kupců nikde po světě. I přes to nastal velký rozmach elektrokol na konci 20. století.

V roce 1998 bylo na světovém trhu 49 typů elektrokol. Od roku 1993 do roku 2004 se rapidně zvýšila výroba elektrokol. Přesněji to bylo o 35%. Zájem se zvyšoval a těmto strojům byla předpovídána velká budoucnost. A tak žádný z výrobců klasických kol nelení a začal investovat nemalé prostředky do vývoje svých elektrokol. Automaticky do tohoto odvětví skočili i velikáni z automobilového průmyslu. Nejznámější výrobci elektromotorů jsou např. – Yamaha, Honda, Panasonic, Optibike, Giante Lite a mnoho dalších. V tuto dobu ovšem naspí ani vývojáři v Asii. Levná elektrokola z Asie doslova pobláznili Evropu. V roce 2004 prodali výrobci z Asie neuvěřitelných 7,5 milionu elektrokol pouze v Číně. Trh s elektrokoly rostl a v roce 2006 počet prodaných elektrokol stoupl na 18 milionů. Od této chvíle začíná obří expanze čínských výrobků do celého světa. V prvním roce Čína exportovala téměř 3 miliony elektrokol. Dnes Čína exportuje 27 milionů elektrokol, což je většina z celkové výroby elektrokol ve světě. Čím je větší poptávka, tím je i větší výběr typů elektrokol. Nejprodávanější elektrokola na světovém trhu jsou ta městská, crossová a horská kola. Na zimu jsou poptávaná i fatbiky s elektro pohonem (Anonymous, 2017).

Všechna kola mohou majitelé využívat k jízdě po silnici, či cyklostezkách, jako klasické jízdní kolo. Maximální rychlost těchto kol je omezena na 25 km/h. Díky této homologaci se tato kola dají přepravovat ve vlaku, cyklobusu a dokonce i v městské hromadné dopravě. Jeden kilometr jízdy stojí vlastníka elektrokole na 0,04 Kč. V novém století se světová slovní zásoba rozrostla o slovo S-pedelec. S-pedelec se zkratkou slov S - speed, PED - pedal, ELE - electric a C - cycle. V doslovném překladu tato zkratka znamená, že jde o rychlé elektrické kolo. Toto elektrokolo může jezdit s přípomocí i rychleji, než 25 km/h. S - pedelec má výkonnější motor a jedná se o rychlostní elektrokolo. Takové elektrokolo má ovšem oproti normálnímu Pedelecu

mnoho jiných povinností a omezení. Toto elektrokolo musí mít státní poznávací značku a majitel musí vlastnit řidičský průkaz, neboť je takové elektrokolo zařazeno ve stejné kategorii jako skútr. Cyklistovi zákon ukládá povinnost mít helmu na hlavě při jakékoliv jízdě na S - pedalecu, protože se jedná o motorové vozidlo. Konkrétně dle zákonů je to jednostopé vozidlo zvané skútru, nebo elektrocykl. Toto rychlé elektrokolo může řídit pouze osoba starší 16 let. S - pedelec neumožňuje jízdu na cyklostezce, protože zákon o pozemních komunikacích toto zakazuje. Kdyby se přihodilo nějaké neštěstí, vždy bude vina na straně majitele a řidiče S - pedalecu (Anonymous, 2017; Neupert, Schroder & Schulz, 2013).

V posledním desetiletí se popularita a prodej elektrokol rapidně zvýšil. Může za to řada věcí. V první řadě je to vývoj baterií, váha a integrace baterií do rámu. Dalším argumentem ke koupi elektrokola je i módní trend, design a cenová dostupnost elektrokol. V některých zemích je dokonce každý vlastník jakéhokoliv kola finančně odměněn a podpořen. Především se jedná o města, kde dbají na ekologii a do měst již nepouští tolik automobilů. Jinde je výhodou zdravý životní styl, rychlost přemístění po městě, anebo prostá péče o vlastní zdraví. Toto vše nahrává elektrokolům a jejich rozvoji po světě. S elektrokolem můžeme trávit aktivní dovolenou kdekoliv. A to i ti lidé, kteří by na hory s normálními koly už rozhodně nevyjeli. Ať už je to z fyzických nebo zdravotních důvodů. Elektrokolo nám všechnu tuto aktivitu umožní a vcelku snadno (Hrubíšek, 2011).

Horská cykloturistika je dnes již běžná v mnoha alpských zemích Evropy a poslední dobou se dostává i do ČR. Dnes je obrovským plusem pro každého člověka to, že stačí pouze do střediska přijet a vše si můžete půjčit na místě, kde již najdeme několik půjčoven elektrokol. S pomocí elektrokola tak můžeme poznávat přírodu a krásy celého okolí mnohem snáze.

Nyní je elektrokolo i moderní dopravní alternativou. V této době jsme na vrcholu rozmachu elektrokol. Elektrifikace ve městech je očividná na každém kroku. Příkladem pro všechny země je Německo. Elektrokola tam nejdříve nebyla populární téměř vůbec. V roce 2010 nastal obrat o 180 stupňů. Prodalo se cca 200 000 kol a každé dvacáté mělo pohon. O osm let později elektrokola v Německu tvoří 15% celého trhu s koly. Můžeme spatřit i mnoho elektrokol v obchodech s autokosmetikou, supermarketech atd. Už i v automobilovém průmyslu jsou „odvážlivci“, kteří začali vyrábět svá elektrokola (Volkswagen, Audi, Peugeot, BMW). BMW nedávno představilo sérii elektromobilů a

k nim vyvinulo i vlastní elektrobicykl. Toto je aktuální trend automobilek i z východní polokoule. Především v Německu je o tyto modely zájem (Marek, 2019).

1.4 Rozdělení horských elektrokol podle využití

Horská elektrokola, nebo též E-MTB jsou určena do terénu. Velikosti kol na horských kolech bývají 27,5“, 29“ nebo dnes už velmi populární obě tyto verze ve variantách plus. Tzv. „pluska“ jsou pneumatiky s větším objemem a šíří. Velikost kol se řeší pro každého individuálně, podle jízdního stylu a požadavků jezdce. Pro sportovní či turistickou jízdu jsou nejvhodnější 29“ kola. Dokáží vyvinout větší rychlost, jsou setrvačná a pohodlná při překonávání nerovností. Pro technicky náročné tratě se při výběru elektrokola upřednostňují 27,5“ kola. Jsou obratnější, lépe se ovládají a jsou hravější. Ovšem trend zvětšování průměru kol pokračuje i v této kategorii horských kol, a tak se můžeme v brzké době těšit i na 32“ kola. Téměř všechna horská elektrokola mají hydraulické kotoučové brzdy, odpruženou vidlici a jsou vybaveny lepšími komponenty, které vydrží větší zatížení (Slinn, 2010; Van Dijk & Winkelmanns, 2018). Na E-MTB v roce 2019 proběhlo historicky první mistrovství světa elektrokol pod záštitou UCI (Mezinárodní cyklistické federace). Mistrovství se konalo den před závodem juniorů. Místem konání prvního mistrovství světa elektrokol byla Kanada. Dokonce i v ČR jsou vypsány závody, kde se cyklisté mohou zúčastnit a zazávodit si na svém elektrokole. V zahraničí tyto závody nyní objíždějí bývalí mistři světa a mistři svých zemí na klasickém horském kole. V Kanadě, na mistrovství světa elektrokol, bylo možné vidět i Jaroslava Kulhavého, který si dojel pro 5. místo. Jedním z prvních E-MTB profesionálů byl německý jezdec Guido Tschugg, který přesedlal z klasických horských kol na elektrokola. Dnes má za sebou již bohatou historii na E-MTB a tvoří marketing mnoha světových firem. Tou poslední firmou, pro kterou Tschugg pracuje, je výrobce ze Švédska - Husqvarna.

E-MTB typu hardtail (HT) je vhodný pro turisty a víkendové výletníky, kteří nehledají žádný adrenalin. Jezdí spíše po zpevněných cestách, a proto mají pouze odpruženou vidlici se zdvihem 100 mm. Toto kolo ocení každý, kdo do elektrokola nechce investovat hodně peněz, protože ví, že by lepší kolo nevyužil a do těžšího terénu se nechystá. Full suspension (FS) – celoodpružené E-MTB – se svými zdvihy od 120 mm do 140 mm je vhodný pro sportovně rekreační jezdce, kteří si chtějí svoji vyjížďku užít v pohodlí.

E-MTB lze rozdělit také do několika kategorií z pohledu disciplín na DH = downhill, EN = enduro, AM = allmountain. V poslední době (2019) zaznamenaly velký progres kola sjezdová (DH). Tato kola jsou podobně jako klasické DH kola uzpůsobena k překonávání obtížných přírodních i umělých překážek ve vysoké rychlosti. Proto je vše pevné, kvalitní a fungující na nejvyšší úrovni. Zdvihy tlumičů jsou nejvyšší možné, a to 200mm. Na lehčí tratě jsou pak určena enduro (EN) elektrokola. Ty mají většinou zdvihy tlumičů 180 mm a jsou vyrobeny tak, aby jezdci mohli stoupat i do kopce bez velkého odporu a obtíží. EN je spojení těžkých technických výjezdů a následně neméně náročných sjezdů. Dalším zástupcem v kategorii horských kol je typ allmountain (AM). Tento typ využívá zdvihy kolem 150 mm a je vytvořen pro středně těžké sjezdy. Nejde o extrémní obtížnost, rychlost ani výjezdy. Toto E-MTB je „univerzálem“, který se hodí v každé situaci a všem milovníkům opravdového „bikingu“.

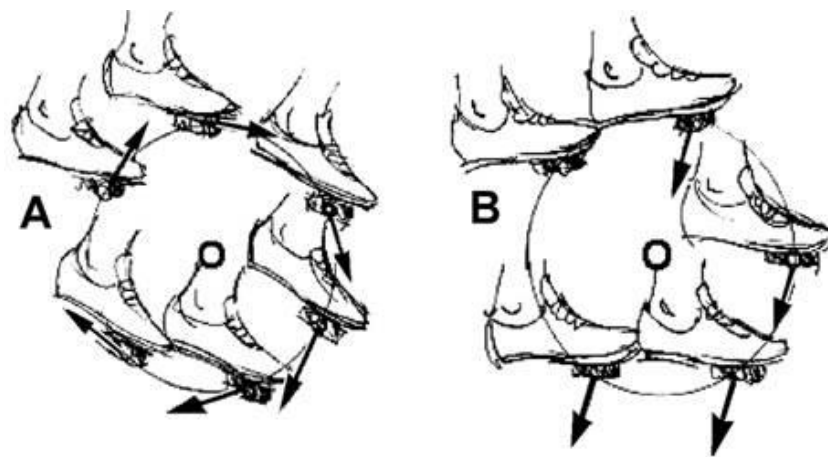
2 BIOMECHANIKA JÍZDY NA KOLE

2.1 Biomechanika šlapání

Jízda na kole je velmi jednoduchý cyklický pohyb. Proces šlapání na kole je řízen nervovým systémem. Celý pohyb vychází ze správného využití součinnosti svalů dolních končetin, správného zapojení každé svalové skupiny a vše závisí na dokonalosti nervového systému jezdce. Cyklistika je sport většinou vytrvalostního charakteru. I proto je často využívána při rehabilitaci pohybového aparátu. Fyzická aktivita na jízdním kole je doporučena i pro léčbu respiračních a kardiovaskulárních onemocnění. U jízdy na kole je namáháno především svalstvo dolních končetin. Pohyb cyklisty je vykonán střídavou prací dolních končetin, kdy je podmínkou správné vynaložení naší námahy a především souhra svalů celé končetiny. Kvalitní a správná souhra dolních končetin závisí na uvolnění a napnutí svalových vláken při přesném harmonickém cyklu (Landa, 2005). Tento pohyb roztočí kliky a převodník, kdy pomocí řetězu převede mechanismus sílu na zadní ozubené kolo a jízdní kolo se tak dostane do pohybu.

Cyklista, který dosahuje kadence 100 otáček klik za jednu minutu, tak mu bude trvat otáčka 0,6 s. Dolní končetina a její svaly jsou rozděleny na 4 svalové skupiny, které se nejvíce podílí na výkonu cyklisty. To v řeči čísel znamená, že každá skupina má svých 0,15 s, kdy se musí stihnout svaly této skupiny zatnout a povolit. Pokud by to tak nebylo, bylo by naše šlapání neefektivní a cyklista by působil protisměrnou silou a nebyl by schopen využít svůj potenciál v plném rozsahu. Jde tedy o opakující se cyklický pohyb, který musí být přesný a dokonalý. Vše je řízeno naším nervovým systémem, který všechny tyto podněty sladí v jeden dokonalý celek. Každý cyklista chce mít pohyb co nejjednodušší a nejefektivnější, tudíž je zde důležité využít kruhovitěho šlapání (Henke, 2008). Technika šlapání je tak velmi důležitá a každá otáčka klikami by měl být co nejpodobnější té ideální technice. Vše je závislé na práci naší nervo-svalové funkce. Pro maximální výkon je tedy třeba i vysoká kvalita provedení každé otáčky, s tím poté závisí i naše kondice, která je základem. Dokonalost specifického cyklického pohybu je závislá na naší koordinaci svalů a nervových impulzů, které od nich pouštíme (Henke, 2008). Svalová práce by měla být perfektní ve všech jeho částech, od úponu k úponu. Při ideálním šlapání jsou všechny tyto segmenty zapojeny postupně a harmonicky. Když ale dojde ke zvýšení úsilí, do aktivity jednoho segmentu se přidávají i ostatní segmenty, nebo jejich části a naše únava se díky této

neefektivitě zvyšuje (Henke, 2008). Jak jsem již uvedl dříve, cyklista zapojuje především svaly dolních končetin a je potřeba je mít skvěle „sehrané“. Napnutí a uvolnění svalů při šlapání je tak zcela automatické. Proto lze šlapání rozdělit do 4 fází, během jedné otáčky kliky. První pohyb je shora dolů. Druhá fáze je ve výsledném pohybu směrem vzad. Další fáze je směrem vzhůru a poslední fáze je směrem dopředu. Toto šlapání je nazvané jako šlapání do kruhu, neboli radiální krok (Obrázek 1). Tento styl šlapání je nejlepší technikou šlapání a také nejrozšířenější. Vždy při šlapání do kruhu síla nejvíce působí na celou délku kliky a výsledná síla je tak největší. Při šlapání do čtverce, síla směřuje více do středu a je tak využito pouze 40 % z jednoho otočení klikou (Formánek & Horčic, 2003; Šilar, 2018).



Obrázek 1. Axiální a radiální cyklistický krok (Kračmar, Dušková & Zelenka, 2005)

V literatuře se uvádí, že nejvýhodnější a nejvytrvalejší kadence cyklisty je 60 – 70 rpm. Nicméně zkušenost a profesionální cyklisté mají vysledováno, že tato kadence jim v závodu nestačí. Taková kadence totiž vyžaduje veliké přepětí ve svalu a sval tak nedokáže více zrychlit. Navíc sval se v této kadenci více zakyseluje a unavuje. Proto je nyní za ideální kadenci považováno číslo mezi 90 – 100 rpm. Tato frekvence šlapání již není pro člověka přirozená a je třeba trénovat. Neustálým opakováním a kódováním do našeho nervového systému je třeba tento styl a kadenci udržet aktivní (Sekera & Vojtěchovský, 2009).

S vývojem a upřednostňování jednopřevodníků je potřeba vypočítat velikost největšího a nejmenšího převodového pastorku. Jednopřevodník znamená, že ve středu kola je pouze jeden převodník a cyklista tak nemá možnost přehazovat levou rukou, jako tomu bylo dříve pravidlem. Jezdec má možnost přehazovat pouze na zadní kazetě, kde bývá od deseti do třinácti převodů, které lze kombinovat s jednopřevodníkem.

Převodové stupně jsou dány převodovým stupněm. Ten se vypočítá poměrem zubů na převodníku a počtem zubů na pastorku, který máme zařazený. Popřípadě se dá vypočítat i dráhou ujetou na jedno otočení klik. Podle převodového poměru můžeme kalkulovat a zkusit různé varianty převodů v odlišných terénních podmínkách (Hrubíšek, 2002; Šilar, 2018).

2.2 Dostředivá a odstředivá síla

Jízdu na kole můžeme rozdělit na pohyb přímočarý a křivočarý. Pohyb přímočarý, kdy cyklista jede v přímém směru a pohyb křivočarý, kdy cyklista může zatáčet a jede jiným směrem, než rovně. Jízdu na kole ovlivňuje mnoho faktorů a sil.

Každý zkušený cyklista ví, že je pro něho těžké popsat zatáčku, výjezd a vše ostatní, co na kole dělá. Množství zkušeností a umu dává jezdcovi během své jízdy tolik přirozenosti, že jezdec nevnímá trať ani okolí, pouze se soustředí na svoji rutinní práci. Nad svými technickými prvky vůbec nepřemýšlí a může se soustředit na věci, které nemá tak zažité. U těchto cyklistů můžeme vidět naprostou zkušenost, agilitu a cit pro terén a trať. Tento závodník během závodu nakládá se svojí energií a silou velmi úsporně a také velmi dobře zná své tělo. Vždy, když jezdec nevyužije směr své síly ideálně, brzdí a okrádá se o vynaloženou energii (Armstrong, Carmichael & Nye, 2005). Z tohoto důvodu je také nutné poznat síly, které na jeho tělo během závodů působí. V zatáčce vždy působí na závodníka tzv. dostředivá síla. *„Dostředivá síla je taková síla, která nutí pohybující se těleso ke křivočarému pohybu. Opačným směrem působí síla odstředivá, protože směřuje od středu křivosti“* (Cibulka, 2004, s. 17).

Cyklistu tedy ovlivňuje mnoho sil, především síly odporové. Jde o sílu valivého tření, která vzniká mezi pláštěm kola a povrchem. Síla odporu vzduchu, kdy je třeba počítat s velikostí čelní plochy a hustotou vzduchu, který kolem nás proudí. Poté ještě síla odporu pohonu kola a síla gravitační, kterou nejvíce pocítíme při překonávání kopců a jízdě přes vrstevnice (Konopka, 2007).

2.3 Rychlost a výkon

Nejdůležitější veličina pro cyklistu a jeho jízdu je rychlost. Rychlost cyklisty může být konstantní, to znamená, že jede stálou rovnoměrnou rychlostí. Nebo pohyb nerovnoměrný, kam můžeme zařadit pohyb, při kterém zpomaluje či zrychluje.

Rychlost je uváděna v délkových jednotkách za určitý čas. Nejznámější jednotkou je kilometr za hodinu. Všechny nerovnoměrné pohyby jsou ovlivněny velikostí odporů při jízdě. Tím pádem, naše rychlost ovlivňuje i délku brzdě dráhy. Ta se počítá od okamžiku, kdy se brzda dotkne točící se brzdě plochy až po úplné zastavení kola.

Výkon automobilů, strojů a lidí je měřitelný. Pro automobily jsou to koňské síly – HP, nebo kilowatty – kW. Pro výkon člověka se využívají stejné jednotky, jenom jsou lehce upravené právě vzhledem k člověku. Protože 1 HP se rovná 735 wattům, tak se tato hodnota musela upravit vzhledem k fyziologickým možnostem lidstva. Hodnota určující výkon sportovce je poměr mezi výkonem a váhou člověka. Je to tedy hodnota wattů na kilogram tělesné hmotnosti. Toto je nejčastěji důvod redukce váhy u špičkových závodníků. Výkonnostní porovnání mezi profesionálním cyklistou a amatérským je zhruba okolo 3 W/kg. Amatérský cyklista dosahuje hodnoty okolo 2,5 W/kg, což je 150 – 250 wattů. A profesionální cyklista je schopen udržet výkon nad 5 W/kg po delší časový úsek. Pro porovnání s běžeckým vytrvalostním během amatéra je jeho výkon 120 – 180 wattů. Což se při krátkodobé činnosti rovná chůzi do schodů. Profesionální závodníci dosahují až 500 wattů a finišující cyklista dokáže vyvinout až 1700 wattů v krátkodobém sprintu. MTB je velmi specifický sport, díky proměnlivým podmínkám během závodu. Především jde o změnu profilu trati, závodního tempa, akcelerací či taktikou jízdy každého závodníka. Pro lidský organismus je příjemnější jet dlouhodobě na výkonu 300 wattů, než jet intervalově tu samou dobu. To znamená 1:1 s výkonem 150 W: 450 W. I když průměrný výkon jezdce bude stejný, tak je lidské tělo nastaveno především na vytrvalostní zatížení organismu. Proto se zavádí takzvaný normalizovaný výkon, který zachycuje zvýšené metabolické úsilí organismu při změnách výkonového zatížení. Normalizovaný výkon je taková hodnota konstantního zatížení, která má na sportovce stejný fyziologický účinek jako absolvovaná proměnlivá zátěž. Velikost se udává stejně jako u průměrného výkonu ve Watech (Konopka, 2007; Šilar 2018).

3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH FYZIOLOGICKÝCH UKAZATELŮ

Fyziologie (z řeckého φύσις fýsis ‚živá příroda‘ a λόγος lógos ‚nauka‘, ‚věda‘) je biologický a vědní lékařský obor, který studuje to, jak fungují organismy. Fungování živých organismů řeší fyziologie na úrovni buněk, tkání, orgánů i celých organismů.

Fyziologie člověka je věda, která se zabývá fungováním lidského organismu. Také nazývána lékařská fyziologie je základním vědním oborem medicínských studií. Cílem fyziologie člověka je vysvětlení a pochopení procesů v těle člověka. Fyziologie jako vědní obor není vymezená a hraničí s dalšími vědami jako biomechanika, biologie, biofyzika, genetika, imunologie, anatomie atd. Fyziologie zjišťuje a získává informace ohledně fungování lidského těla za každých podmínek. Od klidového režimu těla, až po maximální sportovní výkon. Tento vědní obor má zmapované všechny orgány, buňky a tkáně v těle člověka. Fyziologie má největší využití v lékařství a sportu (Kohlíková, 2007).

V předložené diplomové práci budeme komparovat srdeční (resp. tepovou) frekvenci, její aerobní a anaerobní hodnoty a „spálené“ kalorie. Z uvedeného důvodu v následujících podkapitolách uvedeme charakteristiku jednotlivých termínů.

3.1 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence je označována zkratkou SF. Frekvence srdce se měří s pomocí přístrojů EKG či sporttesteru. Tepová frekvence – TF, je výsledek aktivity srdce, kdy pohmatem zjistíme počet tepových vln, jakožto projevu srdeční činnosti. Chybou bývá hodnocení TF pomocí pohmatu krkavice. V krkavici jsou uloženy tlakové receptory, které jsou citlivé na změnu tlaku. Když je podráždíme a zmáčkeme při měření tepu, může to mít neblahé následky. Při podráždění krkavice se tepy sníží o 5 – 6 tepů a u senzitivních jedinců může jít o rozdíl až deseti tepů za minutu. Jde o reflexivní zpomalení frekvence, která se spouští v okamžiku podráždění krkavice. Puls neboli tep, je tlaková vlna, kterou vyvolá vypuzení krve z LK do aorty. Z aorty se poté krev šíří dále do celého těla. Hodnoty tepové frekvence závisí na mnoha faktorech. Prvním faktorem je věk, kdy novorozenec má vyšší klidový tep o cca 50 tepů, než člověk dospělý. Závislost na aktivitě sympatoadrenálního systému, který člověku zvyšuje činnost srdce při hodnotě nad 80 tepů za minutu. A parasimpatiku, který naopak snižuje tepovou frekvenci člověka pod 60 tepů za minutu. Dále je velmi vlivným faktorem i

teplota okolí, teplota vlastního těla a nadmořská výška, kdy se s narůstající nadmořskou výškou zvyšuje tep. Nedostatek spánku, únava, příjem alkoholu, kofeinu nebo jiných podpůrných látek dokáže také velmi citelně ovlivnit srdeční činnost. Nejčastějším a nejvlivnějším činitelem změny tepové frekvence u lidí jsou emoce, jinak řečeno psychická zátěž. Kdy sám člověk je schopen si vytvořit na základě nějakých informací stresovou zátěž, a tím si zároveň navýší srdeční činnost. V neposlední řadě ovlivňuje srdeční činnost fyzická aktivita (Kohlíková, 2007).

Tepovou frekvencí lze zjistit mnoho věcí. V dnešní době, mnoho lidí vlastní tzv. „chytré hodinky“. Snímač tepové frekvence nám pomůže vyhodnotit naše denní aktivity. V grafech je poté vidět rychlost našeho pohybu a srdeční tep. Je možné si na hodinkách nastavit i samotnou aktivitu a mít monitoring srdce přímo na své ruce a sledovat tak zatížení našeho oběhového systému. Lze zjistit v jakých tepových zónách a po jak dlouhou dobu se v těchto zónách nacházíme. Pro běžnou populaci to znamená například to, že si uvědomí, že se začali potit při 120 tepech za minutu. Když sedí v práci, tak mají třeba o 50 tepů méně a při prezentaci, či stresové situaci se jim tep opět zvýšil. Je to možnost i pro obyčejného smrtelníka, který není profesionální sportovec, sledovat sám sebe a zjistit tak i něco o fungování lidského těla. Člověk tím získává nenásilně další informaci o fungování krevního oběhu a svém srdci (Anonymous, 2019).

Srdeční frekvence ve spojení s cyklistikou je velmi důležitá. Každý cyklista, který se chce rozvíjet a zlepšovat, by měl jezdit právě podle srdeční frekvence. Nejdříve, je ale nutné navštívit odborníka - doktora. Ten díky zátěžovému testu vyhodnotí, jaké tréninkové zóny potřebuje cyklista trénovat. Trénink je řízen také dle disciplíny a fáze tréninkového období. Obecně cyklisté v mimozávodním období najíždějí objem, tzn. vyjíždějí na nízkých tepech a dlouhé vzdálenosti. Tyto vyjíždějí dosahují až pěti hodin. V nízkém tempu a ideálně bez pauzy. V další fázi se tréninky zkracují a srdeční frekvence zvyšuje. Až po dobu, kdy začne závodní období, kde je tréninková šablona pro každého cyklistu zcela individuální. Disciplína, věk, trénovanost, volný čas, únava, zdravotní stav a psychika, to vše působí na tréninkový program cyklisty (Sokol, 2012).

3.2 Aerobní a anaerobní činnost

Aerobní činnost je taková, která se vykonává za přítomnosti kyslíku v těle. Aerobní systém využívá energii z tuků a sacharidů. Za přítomnosti kyslíku jej mění na oxid uhličitý a vodu. Taková to aktivita lze provádět dlouhodobě. Aerobní hodnoty jsou dány

cca na 60 – 75 % našeho srdeční činnosti. Vše jde vypočítat z níže zmíněného vzorce. Například sportovec, kterému je 20 let a chce trénovat aerobní činnost – vytrvalost. Začne se obecným vzorcem $220 - \text{věk}$ (20), to se rovná 200. A 60 % z 200 HR je 120 úderů za minutu. Tudíž 20 letý člověk by se měl při rozvoji vytrvalosti pohybovat nejnižší na 120 HR a nejvýše 150 HR. V této zóně je to pro tohoto sportovce rozvoj vytrvalosti a posilování aerobní činnosti organismu. Zátěž v tomto pásmu je střední v pohodovém tempu. Toto tempo a intenzita musí být snesitelné. Pokud nemáme sporttester, lze aerobní činnost odvodit od toho, že můžeme při této aktivitě plynule hovořit se svým sparing partnerem bez většího zadýchání. Maximálně náš dech může být mírně zrychlený. Tempo pohybu by mělo být hbité a akční. Při této činnosti rozvíjíme vytrvalost. Kdy za přísunu kyslíku jsme schopni sportovat v této zóně až několik hodin. Posílení srdce a krevního oběhu je také obrovský benefit aerobní činnosti. Nejčastěji využívaným aspektem této zóny je nejefektivnější spalování tuků. Spalování tuků při aerobní činnosti je cca z 60 % a zbytek energie si tělo bere z cukrů. Aerobní činnost využívají cyklisté v přípravném období před sezónou, kdy „najíždějí kilometry“. Cyklista se snaží jet co nejdéle v této zóně. Čas strávený v této zóně je dán trénovaností jedince a jeho cílem. Profesionální cyklisté v aerobním pásmu jezdí i 6 hodin denně (Korvas & Zahradník, 2012).

Anaerobní činnost je taková, která se pohybuje nad aerobním pásmem a roste po této činnosti chuť na sladké. Anaerobní systém čerpá energii především z cukrů. Tyto živiny jsou štěpeny bez přítomnosti kyslíku a z tohoto štěpení vzniká v těle kyselina mléčná a laktát. Anaerobní činnost nelze provádět dlouhodobě a je třeba se na ní skvěle připravit. Anaerobní činnost se vyznačuje 75 – 85 % zatížení sportovce z maximálního srdečního tepu. Vzorový dvacetiletý sportovec se bude pohybovat v pásmu od 150 HR do 170 HR. Každý jednatel se může lišit od tohoto velmi obecného vzorce. Tento vzorec je pouze obecný pro aktivní amatérské sportovce. Profesionálové většinou mají vše na míru a hodnoty mají určeny pomocí laktátu ve svalech a laktátové křivky. Tělo v této zóně zlepšuje odolnost vůči laktátu. Tělo v tomto pásmu pracuje na tzv. „kyslíkový dluh“ a velmi rychle se vyčerpá. Cvičení je intenzivní a kratší. Zátěž je vysoká při této činnosti. Intenzita je pro sportovce nepohodlná a tempo rychlé. Dýchání při sportovní činnosti v anaerobním pásmu je zrychlené a obtížné. Při anaerobní činnosti tělo nevydrží zátěž tak dlouho, a proto je primárně v této zóně zvyšován rozvoj síly, rychlosti a tempové vytrvalosti. Dále dochází také ke zlepšení kardiovaskulárního systému. Na krátké a intenzivní výkony v anaerobních činnostech se spotřebovávají

cukry cca ze 70 % a zbytek energie pro tělo jsou tuky. Cyklisté při tréninku v anaerobní zóně jezdí nejčastěji sami a v intervalových trénincích, které jsou cca na 6 minut a opakují se asi 5 krát. Vše závisí na individualitách každého sportovce.

Prahy každých zón jsou rozdílné a vždy se počítají od maximálního tepu sportovce. Ten se obecně dá určit dle Cooperova vzorce. U mužů je to $220 - \text{věk}$ a u žen je vzorec $226 - \text{věk}$ ženy. Tak si vypočítáme maximální tep, jinak se dá zjistit při zátěžovém testu. Tam nám doktor určí i hodnoty jednotlivých prahů. Prahy a hodnoty se nejčastěji a nejpřesněji zjišťují pomocí laktátu, který nám putuje v krvi. Při různých zatíženích se nám mění hladina laktátu. Odběr laktátu je prováděn z ucha nebo bříška prstu ruky (Korvas & Zahradník, 2012).

Regenerační zóna se využívá pro obnovu energie po těžkém fyzickém výkonu. Tato zóna také patří do skupiny aerobních aktivit. Dochází k uvolnění a regeneraci svalstva i oběhového systému. Tato zóna je na 55 - 60 % TF_{max} . Laktát by v této zóně neměl přesáhnout hodnotu 1 mmol/ml.

Aerobní zóna neboli vytrvalostní zóna je vhodná pro člověka ke zlepšení obecné kondice a hubnutí. Tato zóna zlepšuje vytrvalost a zrychluje metabolismus. Při aerobní činnosti je pohyb pohodlný a všechny procesy v těle jsou řízeny za přísunu kyslíku. Aerobní zóna je na hranici 60 – 75 % TF_{max} . Laktát v aerobní zóně je do hodnoty 2 mmol/ml (Sedláčková, 2013).

Maximální zóna (zatížení) je využívána na závodech, nebo při intervalových trénincích, kde zlepšujeme maximální rychlost. Tělo tak pracuje na maximum a je využíván náš veškerý potenciál, kde největší překážkou je naše psychika a hlava. Zlepšujeme zde také odolnost vůči laktátu a jeho hodnota je od 4 do 15 mmol/ml. Větší hodnota laktátu je spíše anomálií. I přesto, že tato hodnota je anomálií, je poměrně mnoho lidí i v mém sportovním okolí, kteří takto vysokou hranici laktátu a laktátové tolerance vlastní. Nicméně vysoká hranice neznamená vždy zaručený úspěch. Je třeba se s tímto benefitem naučit pracovat (Anonymous, 2020a; sportigo.cz).

Základem pro jakoukoliv cyklistickou disciplínu je aerobní zóna. Každý musí mít aerobní základ k tomu, aby se poté mohl zlepšovat ve své další specifické tréninkové dovednosti. Protože, jakmile budete trénovat specifické dovednosti bez aerobního základu, může se stát, že v průběhu sezóny závodníkovi dojde energie a svaly budou unaveny. Bude tak následovat nucená pauza, či velký propad závodní formy a výkonu cyklisty. Zároveň je třeba tuto aerobní zónu využít i k odpočinku, kdy se na tělo neklade extrémní zatížení a slouží tak ke kompenzaci našeho závodního maximálního výkonu.

Tělo se tak pouze okyslíčí a osvěží. Nedochází k tvorbě laktátu a tak se svaly pouze zlehka uvolňují a protahují. Proto k tomuto účelu již nemůžeme použít trénink v anaerobní zóně, která je již pro člověka nekomfortní. Je prováděna bez přísunu kyslíku do svalů a tudíž se vytváří v těle kyselina mléčná. Při přítomnosti kyseliny mléčné již dochází k většímu zatížení, kdy se s ní organismus musí vyrovnat a odbourat jí. Anaerobní činnost je již fáze tréninku, která je specifická. Je nutné ji personalizovat a vyzkoušet, pokud danému cyklistovi tato metoda opravdu vyhovuje a pomáhá ke zlepšení. Každý má jinou laktátovou intoleranci, proto je dobré to vědět a zjistit si vše na základě zátěžového testu. Při anaerobním tréninku je rozvíjena kondiční stránka závodníka. Čím je sportovec trénovanější, tím je jeho anaerobní zóna blíže jeho maximálnímu tepu. Tuto problematiku řeší každý cyklista se svým trenérem a je závislá na srdeční frekvenci člověka. Proto každý cyklista, který to s cyklistikou myslí „vážně“ používá hrudní snímač tepové frekvence s cyklopočítačem, který je umístěn a na představci jeho bicyklu a okamžitě vyhodnocuje data, které tam snímače zasílají. Jak už z cyklistova těla, tak ze závodníkovy kola (síla šlapání, rychlost, kadence šlapání, srdeční tep, převýšení na trati a čas) (Novotný, 2013).

3.3 Kalorie jako jednotka energie

Kalorie (cal) je jednotka energie. Nejčastěji se s ní v praxi setkáme při vyjádření energetické hodnoty potravin, která může být vyčíslena i v kilokaloriích (kcal). Kilokalorie jsou násobkem kalorií. Čím náročnější cvičení a trénink pro srdce máme, tím je naše tělo nuceno více pracovat a spalovat kalorie. V závislosti na délce a intenzitě cvičení se tato hodnota mění. Dále na výdej kalorií má vliv i pohlaví, kdy ženy spalují menší množství kalorií než muži. Váha sportovce hraje důležitou roli, protože čím je člověk těžší, tím více energie pálí. Byť tyto lidé mají organismus nastavený tak, že pracuje maximálně ekonomicky, aby ušetřilo všechny pohyby. Výrazným činitelem je také trénovanost. Při stejném výkonu vydá trénovaný jedinec méně energie, než člověk nesportující. Kalorie spaluje každý člověk i během spánku. Je to z důvodu přežití a možnosti fungování základních funkcí člověka, říká se tomu bazální metabolismus. Hodnota bazálního metabolismu za den je 1200-2400 kcal/24hod. Vše je samozřejmě závislé na faktorech, které jsem uvedl výše. Existuje také výraz klidový metabolismus, ten je zhruba o 10 % vyšší, než bazální metabolismus, který pouze drží člověka při životě. Klidový metabolismus je v době našeho spánku, lehu, sedu a dalších klidových

činnostech. Pracovní metabolismus už hovoří o činnostech. Jestli jde o běžné činnosti, nebo sportovní činnost, je jedno. Během pracovní aktivity je minimální výdej energie cca 1800 – 3000 kcal/24hod (Anonymous, 2020b; komplexnizdravi.cz). Měření energetického výdaje a jejich způsoby jsou buď přímou kalorimetrií, nebo nepřímou. Přímá kalorimetrie se v praxi příliš nevyužívá. Tato přímá metoda je velice komplikovaná a náročná. Osoba je zavřena v místnosti, ze které se odvádí vzduch. Z odvedeného vzduchu se zjistí teplota vzduchu a množství vyprodukovaného tepla z organismu měřené osoby. Nejjednodušším způsobem, jak zhruba vypočítat bazální metabolismus člověka je dle tzv. Herreris-Benedictovi rovnice (Holeček, 2006).

Pro ženy:

$$BMR (kcal) = 655 + (9,6 \times hmotnost\ v\ kg) + (1,8 \times výška\ v\ cm) - (4,7 \times věk\ v\ letech)$$

Pro muže:

$$BMR (kcal) = 66 + (13,7 \times hmotnost\ v\ kg) + (5 \times výška\ v\ cm) - (6,8 \times věk\ v\ letech)$$

Vzor: 50letá žena s hmotností 65 kg a výškou 165 cm si BMR vypočítá podle uvedeného vzorce takto:

$$BMR = 655 + (9,6 \times 65) + (1,8 \times 165) - (4,7 \times 50) = 1\ 348\ kcal = 5\ 640\ kJ$$

Kalorie a energetické krytí pro cyklistu je velmi specifické. Vše se vztahuje ke každé disciplíně a nárokům na fyzické parametry cyklisty. Každá vyjížděka je fyzicky náročná. Dle kalorií lze doplňovat energii během výkonu. Podle záměru můžeme úmyslně vynechat cukry během výkonu a nechat tak tělo pracovat s energií z tuků a svalů. Kalorie jsou v cyklistice využívány k energetickému pokrytí tréninkových dávek. V závislosti na trénových úmyslech je v dresu cyklisty i adekvátní občerstvení a energie sbalená na cesty. Pro rychlé doplnění cukrů a energie jsou nejčastěji využívány energetické gely a energetické tyčinky. V dlouhých závodech závodníci rádi konzumují sladké doplňky. Pokud je možnost, ideální jsou i teplá a rychle stravitelná jídla s velkým obsahem sacharidů a energie. Všechny tyto varianty jsou s velkým obsahem sacharidů a rychlých cukrů, které zvednou hladinu cukru v krvi. Kalorie jsou díky tomu velmi ožehavým a individuálním tématem pro každého i směrem k tomu, že každému nevyhovuje energetický gel. Proto je vhodné střídát různé varianty doplnění energie během výkonu (Bernaciková, 2012).

V obecné rovině pro běžného člověka, který nemá svůj přesný tréninkový plán je srdeční tep pouze informativní obraz zatížení jeho organismu a jeho zdravotního stavu.

Zdravotní stav je velmi důležitý pro všechny lidi a je třeba ho znát. Každou pravidelnou lékařskou prohlídku doprovází měření srdečního tepu. Díky kterému se dají zjistit různé nemoci a anomálie krevního oběhu. Když si člověk bude měřit pravidelně každý den ranní klidovou tepovou frekvenci, tak tím lze i zjistit, zda na nás leze nějaká nemoc, či jestli je člověk nějak přetížen. Přetížení se může týkat psychické stránky člověka i té fyzické. Při změně ranního tepu o více jak 5 tepů, oproti normálu je třeba se již ohlédnout zpět ke včerejšímu dni a zrekapitulovat si ho. Jestli to nemůže být právě něčím, co jsem dělal den předtím. Poté to může být obranná reakce organismu na bakterie či viry, které se nám dostaly do těla. Toto je velmi dobré i pro běžné lidi, nicméně klidová tepová frekvence je využívána především u sportovců. Nejčastěji se setkáme s měřením tepové frekvence u lidí, kteří mají nadváhu. Ti velmi často mají za úkol od svých trenérů či rádců trénovat v aerobní zóně. Kdy nesmějí své tělo extrémně přetěžovat a musí mít pohyb přiměřený svým problémům a nemocem. Správným a dostatečným pohybem můžeme zvýšit odolnost organismu a zároveň nám usnadní snížení nadváhy. Lidí bojující s nadváhou tak mají nejlepší prostředek ke zbavení se kil navíc. Výpočet, který obecně zní takto: $TF_{max} = 220 - \text{věk}$. Z tohoto vzorce se poté vypočítají alespoň orientačně naše zóny pro efektivní trénink. Srdeční frekvence je klidová, aktuální a maximální. Dále pak rozdělujeme zóny na regenerační, aerobní, anaerobní a maximální. Někteří používají zóny regenerační, vytrvalostní, silovou a závodní, přičemž se jedná o totéž, jako v příkladu prvním (sportigo.cz).

Ve sportu se tyto hodnoty využívají ke správnému a kvalitnímu tréninku. Protože srdeční tep je obrazem zatížení našeho organismu, je tato informace lepší, než sledovat počty kroků, překonanou vzdálenost nebo pouze vlastní pocit. Puls srdce může ovlivnit náš trénink, jeho efektivitu a naše zdraví. Pokud budeme tréninkové dávky zvyšovat postupně, naše tělo a oběhový systém si na zátěž zvykne a bude se na ní adaptovat. Vše je třeba mít řízené a znát své hodnoty srdečního tepu a prahy zatížení našeho těla. Díky tepu lze stanovit zatížení organismu a vyhnout se tak přetrénování. Sporttester nám pomůže rozdělit náš výkon a naporcovat ho tak, jak si naše tělo žádá. Zóny a hodnoty jsou následující: regenerační zóna, aerobní zóna a anaerobní zóna (Novotný, 2013).

4 DIAGNOSTIKA SPORTOVNÍ VÝKONNOSTI V CYKLISTICE

Dovalil (1982) charakterizuje sportovní výkon jako „... průběh i výsledek činnosti v dané sportovní disciplíně, reprezentující sportovcovy aktuální možnosti.“ a zároveň dodává že: „...schopnost podávat určitý výkon, popř. podávat výkon na poměrně stabilní úrovni vymezuje sportovní výkonnost“ (Dovalil, 1982, s. 172). Diagnostika sportovní výkonnosti je nejčastěji prováděna na bicyklovém ergometru. Druhá varianta provádění sportovní diagnostiky je přímo v terénu. Laboratorní vyšetření cyklisty je pro závodníka zajímavější, protože při tomto typu testu je schopen dostat více dat a lépe tak zanalyzovat své tělo a výkon. Naopak v terénní diagnostice je cyklista v terénu a ve svém přirozeném prostředí. Benefitem tohoto testování je možnost kolo ovládat tak, jak je cyklista zvyklí. Na statickém ergometru musí jezdec pouze sedět, popřípadě stát bez možnosti práce s kolem, která je přirozená pro každého cyklistu při maximálním nasazení.

Sportovní diagnostikou se odhaluje naše fyzická schránka a především naše slabé stránky, na kterých je třeba v následujícím období pracovat a zlepši je. Diagnostika sportovní výkonnosti zobrazuje pouze fyzický stav sportovce, nikoliv stav psychický. Stejně tak nepodává ani informace o technických dovednostech cyklisty, ani o taktické vyspělosti závodníka. Tudiž samotný výsledek zátěžového testu může být ohromující, ale pokud ostatní části sportovního výkonu jsou podprůměrné, nikdy tento závodník nebude nejlepším. Při jízdě na ergometru v laboratorních podmínkách jsme schopni zjistit mnoho faktorů. Nejčastěji sledovaným faktorem je testování spiroergometrie. Test, kdy zjišťujeme, přísun kyslíku do svalů a spotřebu kyslíku cyklistova těla. Tato metoda ukazuje schopnost těla přijímat kyslík a následně ho rozeslat po namáhaných svalech. Vedle spiroergometrie je důležitým prvkem diagnostiky v cyklistice – test laktátové křivky. O laktátu jsme se již bavili výše. Laktát se odebírá z krve a to nejčastěji z ušního boltce či prstu ruky. Tento test vypovídá o schopnosti těla reagovat na zakyselení (únavu) svalů a její následné odbourání. Protože odbourávání laktátu je v cyklistice velmi důležitou informací pro trénink a tréninkové mikrocykly. Další hodnotou, kterou trenéři cyklistů sledují je hodnota VO₂max. Tato hodnota je nejdůležitějším aspektem. Je to komplexní ukazatel maximálních, oxidativně metabolických schopností organismu. Vyjadřuje se v absolutní hodnotě, tzn. v litrech za minutu. Srovnávacím údajem je poté přepočítání tohoto údaje na 1 kg váhy, tím pak lze údaje porovnávat (Vojtěchovský & Sekera, 2009).

Lze srovnávat a testovat mnoho dalšího na ergometru, ale posledními ukazateli trénovanosti jsou srdeční frekvence, o které toho již víme mnoho a také výkon. Výkon, který je měřen ve Watech. Výkon se přepočítává také na 1 kg tělesné hmotnosti, tudíž je tato hodnota poměrně dost vypovídající. Ovšem, jak jsme uváděli výše, je třeba i k tomuto výkon skvěle zvládnutou techniku jízdy, taktiku a psychiku závodníka.

Pro příklad je dobré uvést, že pokud budou dva závodníci se stejným výkonem 350 W, ale jeden bude mít kadenci šlapání 70 rpm, která se jezdila na např. Tour de France v 90. letech a s kadencí aktuálně jednoho z nejlepších silničních cyklistů Chrise Frooma 115 rpm, tak zjistíme, že Ch. Froome se na stejný výkon téměř „nenadře“. Tím pádem je schopen ujet delší vzdálenost s menším laktátem ve svalech.

Všechny jednotlivé dílky ze sportovní diagnostiky musí trenéři cyklistů přenést do jednoho celku a udělat z něho komplexní rozbor. V rozboru je poté třeba zdůraznit body, které chce trenér zlepšit v následujícím mikrocyklu, makrocyklu atd.

5 CÍL PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA

5.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je porovnat fyziologické nároky při jízdě na klasickém horském kole a elektrokole. Výzkumný soubor budou tvořit dva smíšené páry (muž a žena) různé výkonnostní úrovně. Výzkum bude probíhat na vybraném terénním okruhu, který jezdci projedou na běžném kole a následně na elektrokole. Potřebná data budou získána za pomoci sporttesterů Garmin. Tyto data budou následně porovnána a vyvozeny závěry výzkumu.

5.2 Úkoly práce

1. Analýza literárních a internetových zdrojů
2. Syntéza získaných poznatků
3. Stanovení metodiky výzkumu
4. Diagnostika (testování) probandů
5. Analýza a zpracování dat, komparace výsledků
6. Stanovení závěrů pro teorii a praxi

5.3 Výzkumná otázka

Vzhledem k výše uvedenému cíli práce jsme stanovili následující výzkumnou otázku:

„Jak se budou lišit dosažené hodnoty času, rychlosti a teplové frekvence a „spálených“ kalorií u testovaných probandů při jízdě na běžném horském kole a elektrokole?“

6 METODIKA

6.1 Charakteristika výzkumného souboru

Proband 1: Prvním testovacím mužem je Petr, který se narodil v roce 1992. Je vysoký 183 cm a váží 84 kg. Od mala hraje hokej na profesionální či poloprofesionální úrovni. V posledních letech se věnuje velmi intenzivně cyklistice. Petr je aktivním závodníkem na maratonských tratích a příležitostně i na tratích cross-country. Během léta si občas zkusí i nějaký silniční závod či triatlon. Ročně najede na kole cca 3500 km. Petr během své cyklistické kariéry vystřídal mnoho značek jízdních kol i elektrokol. Šlo převážně o horská kola s rozměrem 29“ a elektrokola s různými pohonnými jednotkami.

Proband 2: Adrián je druhým testovaným mužem. Narodil se v roce 1983, měří 185,5 cm a váží 86 kg. Dříve hrával na poloprofesionální úrovni lední hokej a nyní se věnuje sportu už jen na rekreační úrovni. Jeho nejčastější sportovní aktivitou jsou příležitostní projížďky na kole, hlavně technického charakteru. Ročně najede kolem 1500 km výhradně na horském kole. Se sportovním elektrokolem ještě nesetkal; testování byla pro něho první příležitost. Adrián tedy není pravidelně trénovaný jedinec a můžeme ho zařadit do kategorie hobby jezdců.

Proband 3: Kateřina se narodila v 1991 roce. Měří 172 cm a váží 58 kg. Již od útlého dětství je Kateřina vedena ke sportu. Přes sportovní gymnastiku a atletiku, ve kterých soutěžila na nejvyšší úrovni, se dostala až k cyklistice. Cyklistika jí nadchla natolik, že začala závodit a trénovat. Kateřina se stejně jako Petr specializuje spíše na maratony a cross-country. Na silničním kole pouze trénuje. Její roční nájezd je cca okolo 3500 km. Kateřina přišla do kontaktu i s elektrokoly, které testovala v rámci testovacích dnů. Zkusila různé typy a rozměry kol, až zůstala u 29“ kol na svém MTB. Na elektrokole se jí více líbilo na menších 27,5“ kolech, kvůli ovladatelnosti. Kateřinu řadíme do třídy trénovaných a aktivních sportovců.

Proband 4: Eva se narodila se v roce 1986, měří 168 cm a váží 54 kg. Eva je spíše umělecky zaměřený člověk, ačkoli navštěvovala sportovní gymnázium, a disponuje tedy obecným sportovním základem. V současné době sportuje spíše příležitostně. Nejčastěji a nejraději má kolečkové brusle a jízdu na kole. Její roční naježděné kilometry jsou maximálně do 1000 km. U Evy tedy lze říci, že patří podobně jako Adrián do skupiny hobby jezdců.

6.2 Organizace výzkumu a popis sběru dat

V diplomové práci se snažíme prozkoumat a vyřešit výše zmiňované otázky. Test proběhl na klasickém horském kole a stejně tak vybaveném elektrokole. Obě kola jsou totožně osazena komponenty značky Shimano stejné sady. Na testování jsme si vybrali a vytyčili dvě trasy. Každá trať má odlišný charakter a odlišné vlastnosti. Předpoklad pro testování byl takový, že elektrokolo by mělo mít výhodu v kopcovitém terénu pro všechny účastníky testu. Pro pravidelně nespportující vzorek, resp. hobby probandy v testu by toto kolo mohlo být užitečné i na rovinách.

Vzhledem k tomu, že jsme měli k dispozici více testovacích jezdců a více materiálu, bylo nutné vždy zorganizovat celou skupinu i s materiální podporou a uskutečnit testování na předem vytyčených tratích. Jelikož jsme si byli vědomí, že tratě byly specifické, tak jsme nejdříve tratě projeli na svých kolech společně. Testování probandi si mohli nastavit svůj ideální posed na kole a kola vyzkoušet v terénu. Právě díky této připravenosti cyklistů se předešlo následným problémům. Nikdo z probandů se v době testování neztratil, nespadol ani nezničil materiál.

Testovací jízdy probíhaly vždy v jeden den na jednom okruhu, kde jsme se sešli všichni. Vše bylo vykonáno v jeden den z důvodu zachování stejných klimatických a povětrnostních podmínek pro probandy. Tři probandi byli rozestaveni na trati a kontrolovaly jízdu testovaného probanda. Nejdříve všichni cyklisté absolvovali trasu na klasickém MTB a poté na elektrokole. Mezi jízdou na MTB a elektrokolem tak vznikla pauza, díky které si testovaní jezdci dostatečně odpočinuli a mohli si tak nastavit kolo, dle předem naměřených hodnot, které si doma vyzkoušeli již v předešlých dnech. Po dokončení jízdy se hodnoty jezdce uložily a pokračoval další proband. Vše bylo pro přesnost měření ještě měřeno dalšími stopkami, aby nedošlo k výrazné odchylce.

V praktické části práce jsme komparovali naměřené časy, srdeční tep, spotřebu kalorií a rychlost. Všichni probandi měli za úkol jet co nejrychleji předem vytyčený okruh. Díky sporttesteru jsme tak mohli zaznamenávat i více hodnot testovaných jezdců. Měření bylo třeba provést za stálých podmínek a za stejného počasí. Všechny hodnoty, které jsme naměřili, byly poté zpracovány a podrobeny podrobné analýze. Všechna tato důležitá data byla uložena v aplikaci Garmin Connect.

6.3 Charakteristika materiálního a softwarového vybavení

Hodinky – Garmin Fenix 5

Měření dat proběhlo přímou metodou za použití přístroje Garmin Fenix 5. Tento přístroj zaznamenává rychlost, čas, vzdálenost, tepovou frekvenci, nadmořskou výšku a další hodnoty. Zařízení Garmin po spárování s mobilním zařízením dokáže uživateli ukázat veškerá naměřená data z jízdy. V aplikaci Garmin Connect jsme poté schopni každou činnost velmi detailně analyzovat a komparovat mezi sebou. Garmin podporuje i ostatní cyklistické aplikace jako jsou Strava a Runtastic atd.

Software – Aplikace Garmin Connect

Aplikace Garmin Connect vyhodnocuje mnoho údajů, které nás budou zajímat. Mimo ujeté vzdálenosti, času a průměrného času je to hodnota Training Effect. Ta využívá k měření srdeční tep a to, jak moc jsme aktivitou ovlivnili naši aerobní/anaerobní kondici. Tato funkce nám ukáže, zda měla aktivita udržovací nebo zlepšovací charakter a účinek pro tělo. Střední aerobní úsilí rozvíjí náš aerobní metabolismus a působí na aerobní tréninkový efekt. Training Effect vyhodnocuje aktivitu i v anaerobním pásmu. Zde jsou zaznamenány se srdečním tepem ještě hodnoty výkonu, nebo intervalů ve vysoké intenzitě zátěže. Intervaly do 120 vteřin pozitivně ovlivňují náš anaerobní Training Effect (Obrázek 2).



Obrázek 2. Příklad hodnot Training Effectu v aplikaci Garmin Connect

Zóny srdečního tepu jsou rozděleny do pěti různých zón. Ve výsledné tabulce se v aplikaci zobrazí podrobnosti a časová osa. Na časové ose vidíme, jak dlouho jsme

vykonávali aktivitu v každé zóně. Význam srdečního tepu a jeho zón je příznivý pro tréninkový efekt každého člověka. Každé pásmo má na lidský organizmus jiný vliv. Když se zaměříme na rozvoj správné zóny, získáme v ní komplexní rozvoj síly, vytrvalosti, výkonu a mnoho dalšího. Všeobecně je známo, že nízká intenzita přispívá k odpočinku či zahřátí organismu. Vysoká intenzita naopak rozvíjí výkonnost.

Zóna 1 – zahřívací. Tato zóna je okolo 50 – 60 % naší maximální tepové frekvence. V této zóně je činnost vedena klidným tempem, kdy svaly pracují při dostatečném přísunu kyslíku. V případě tréninku v uvedené zóně je vhodné ho zařadit po těžkém závodním dni, nebo před a po tréninku na zahřátí, či uvolnění svalů a celého organismu.

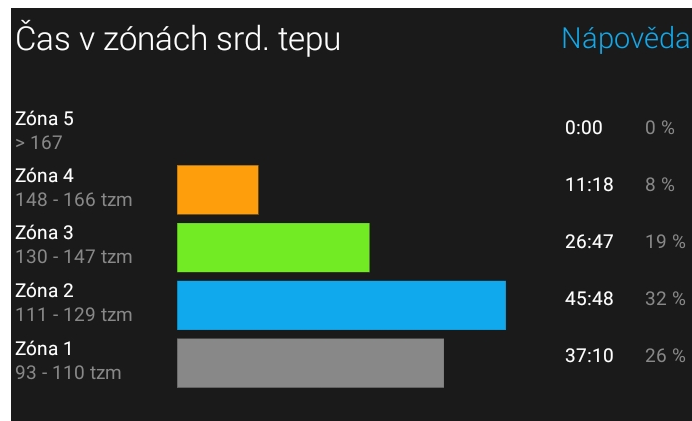
Zóna 2 – snadná. Rozmezí tepové frekvence maximálního srdečního tepu je 60 – 70 %. Intenzita aktivity je pohodová, kdy sportovec dýchá zhluboka, ale stále je schopen plynule mluvit s ostatními bez většího zadýchání. Trénink v uvedené zóně je základním kardiovaskulárním tréninkem. Může jím být například volný běh.

Zóna 3 – aerobní. V aerobní zóně se jedinec pohybuje na 70 – 80 % své maximální tepové frekvence. Trénink v této zóně je středně obtížný a zadýchání je již větší. Při konverzaci v této zóně se zadýcháváme více a není nám to příjemné. Při aerobní činnosti se posiluje především oběhový systém a vytrvalost.

Zóna 4 – prahová. Prahová zóna, nebo anaerobní je činností srdce omezena na 80 – 90% naší maximální srdeční činnosti. V této fázi se jedinec cítí nekomfortně a je třeba udržet vyšší tempo po delší dobu. Dýchání je obtížné a namáhavé. V této fázi tréninku je například tempový běh velmi využívaným tréninkem běžců.

Zóna 5 – maximální. Maximální zóna je od 90 – 100% činnosti srdce. Tempo v této zóně je velmi rychlé a nelze ho udržet po delší dobu. Dýchání je velmi namáhavé a tento trénink v této zóně zvyšuje výkon, anaerobní a svalovou vytrvalost sportovce.

Neměřitelné hodnoty na Garmin zařízeních jsou takové, které nedosahují ani do výše hodnot zóny číslo 1. Tato činnost je pro Garmin pouze relaxační či odpočinková bez sebemenšího tréninkového přínosu. Příklad zobrazení jednotlivých zón v aplikaci je zobrazen na Obrázku 3.



Obrázek 3. Příklad zón srdečního tepu v aplikaci Garmin Connect

Mobilní telefon – Samsung J5 (2018)

Mobilní telefon byl využitý pro spárování hodinek Garmin. Jak již bylo zmíněno, obsahoval aplikaci Garmin Connect, která slouží na vyhodnocení dat. Použité obrázky v kapitole metodika a výsledky jsou výsledkem uvedené aplikace, která je vytvořila na základě naměřených dat.

MTB kolo – Specialized Rockhopper Expert 1X (2019)

Elektrokolo - Specialized Turbo Levo Comp (2019)

Pro testování jsme vybrali kola Specialized (Specialized Bicycle Components, California, USA) a její základní modelové řady. Klasické MTB kolo z modelové řady Rockhopper, ve verzi Expert 1X a elektrokolo Turbo Levo Comp. Všechna kola, která byla pro dámy, byla ve velikosti M. Muži, kteří se účastnili testu, sedlali kola ve velikosti L. Uvedené modely se téměř shodují svojí geometrií, materiálem a výbavou. Kvůli tomu jsme je do testu vybrali. Řada Rockhopper je základní modelovou řadou značky Specialized. Konkrétně jsme vybrali nejvyšší model z této řady.



Obrázek 4. Specialized Rockhopper 1X 29“ (specialized.com)

Elektrokolo Turbo Levo Comp je druhým nejvyšším modelem elektrokol bez zadního tlumiče. O pohon kol se starají komponenty japonské značky Shimano. Kola jsou osazena deseti-rychlostní kazetou, se shodným počtem zubů v rozsahu 11 – 42 a přehazovačkou Shimano Deore. Tuto sadu doplňují kliky, které si firma Specialized vyrábí sama, pro své účely. Brzdy jsou také od firmy Shimano a to přesněji typ Shimano MT-200 s kotouči o průměru 180 mm.



Obrázek 5. Specialized Turbo Levo 29“ (specialized.com)

Výplety na těchto kolech byly hliníkové a opět z dílny společnosti z USA od firmy Specialized. Náboje na kole Rockhopper byly od Shimana a na elektrokole Turbo Levo od Specialized. Zapletená kola byla nazuta do pneumatik Specialized Ground Control na předním kole a Fast Trak na kole zadním. Přední pneumatiky byly v šíři 2,3“ a zadní o něco menší, a to 2,1“. Testovaná kola byla odlišná v uchycení kol k rámu. Elektrokolo bylo vybaveno pevnými osami 15x110 mm na předním kole a 12x148 mm na kole zadním. Zatímco kolo obyčejné bylo na klasický tzv. „rychloupínák“, jako tomu bylo dříve. Dnes se spíše využívají pevné osy. Na obou kolech byla vzduchová vidlice a hliníkové komponenty.

Řídítka o šíři 750 mm a sedlová trubka o průměru 30,9 mm. Na sedlové trubce bylo vždy namontováno sedlo Specialized Power o šířce 155mm pro muže. Pro ženy byla na kolech sedla dámská také od Specialized. Konkrétně model Mimic, který je určen na MTB a také v šíři 155 mm, Tuto hodnota byla naměřena při nastavování ideálního posedu obou cyklistek. Vnitřní vedení bowdenů je dnes samozřejmostí v této cenové kategorii.

Oba rámy byly vyrobeny z hliníku. Rockhopper je vyroben z hliníku, který je vícekrát zeslabovaný a američtí výrobci ho nazvali A1. Kdežto hliníkový rám M5, který je základem elektrokola Turbo Levo, je o něco těžší, ale pevnější, protože nese váhu celého kola včetně motoru a baterie. Při komparaci budeme vycházet z modelů, které testovali muži. Začneme s úhly jednotlivých ráků. Hlavový úhel byl menší u

elektrokola z důvodu prostupnosti terénem. Jde o rozdíl 2,8°, což už je poměrně dost velký rozdíl v geometrii kola. S tímto úhlem jde ruku v ruce i úhel sedlové trubky. Ten byl stejně jako u hodnoty hlavového úhlu větší u modelu Rockhopper, a to 73°. Opět je důvod stejný, jako předtím, komfortnější posed při jízdě v terénu a posunutí těžiště kola směrem vzad. Délka horní rámové trubky se lišila o 11 mm, opět z důvodu a předpokladu, že elektrokolo je připraveno do většího terénu. Reach byl u obou kol téměř stejný, protože rozdíl byl velmi malý, až zanedbatelný (0,1 cm). BB drop znamená, výška šlapacího středu od země. Logicky byl výš umístěn šlapací střed na elektrokole. Důvod je jednoduchý. Důvodem je motor, který by jinak byl moc nízko, a bylo by riziko poškození mnohonásobně větší. Zadní část kola a její délka byla opět delší u elektrokola a to o 10 mm, z důvodu umístění středového motoru. U modelu Rockhopper to bylo 440 mm a u modelu Turbo Levo 450 mm. Velký rozdíl jsme našli v řádku rozvor kol. Rozvor se lišil o 52 mm, Rockhopper byl s údajem 1138 mm kratší, než elektrokolo. I když vyosení vidlice, tedy offset byl stejný. Všechny hodnoty zobrazuje podrobně Tabulka 1.

Vidlice byly obě uzavíratelné z řídítek pomocí dvou páček – ON a OFF. Někdy označována i logem visacího zámku – otevřeného/uzamčeného. Odskok vidlic se dá regulovat ze spod, na levé noze vidlice. Tlaky do vidlic byly foukány vždy na váhu cyklisty, který zrovna kolo a trať testoval.

Kromě této geometrie se kola lišila ještě několika dalšími drobnostmi a detaily. Převodník a řetěz kol byl odlišný. Řetěz byl odlišný díky větším tlakům a síle, kterou vyvíjí motor elektrokola. Tudíž čepy řetězu byly vyrobeny pevněji a odolněji, aby se řetěz nemusel tak často měnit, jako když by tam byl řetěz, který je určen na normální kolo. Převodník a jeho rozdíl o 2 zuby byl poměrně velkým rozdílem. Motor dá jezci větší sílu do záběru a cyklista je schopen jet vyšší rychlostí. Zároveň v kopcích motor eliminuje váhu kola a není tak třeba mít na kole menší převodník s lehčími převody. Převodník, který byl na Rockhopper je dělaný spíše do terénu. Je uzpůsoben horskému kolu a tomu, že cyklista bude chtít zdolávat i prudší kopce. Proto byl na tomto kole menší převodník se 30 zuby, který se hodí do hor, ale na rovině vás také nezklame. Sedlovky byly na obou kolech o průměru 30,9 mm. Tento rozměr byl zvolen kvůli teleskopické sedlovce, aby bylo v případě nutnosti možno teleskopickou sedlovku na kolo nainstalovat. Odlišné byly také trubky okolo středového složení. Motor vyžaduje dutinu, do které se poté při výrobě vloží a totéž i baterie. Spodní rámová trubka a oblast

středového složení tak byla zcela odlišnou částí obou kol. Profily trubek na elektrokole byly hranaté. Trubky na klasickém kole byly kulaté s broušenými sváry.

Tabulka 1. Komparace geometrie použitých kol

	M - MTB	M - Elektro	L - MTB	L - Elektro
Délka klik	170mm	165mm	175mm	165mm
Délka představce	60mm	60mm	60mm	60mm
Délka sedlovky	350mm	350mm	400mm	400mm
Šířka sedla	155mm	155mm	155mm	155mm
Šířka řídítek	750mm	750mm	750mm	750mm
Dosah	418mm	420mm	441mm	440mm
Délka horní trubky, horizontální	594mm	608mm	622mm	633mm
Stack (Výška od hlavové trubky po středové složení)	605mm	616mm	619mm	630mm
Rozvor	1110mm	1164mm	1138mm	1190mm
Délka řetězové vzpěry	440mm	450mm	440mm	450mm
BB Drop	57.5mm	55mm	57.5mm	55mm
Výška středového složení	312.5mm	308mm	312.5mm	308mm
Úhel hlavové trubky	69.8°	67°	69.8°	67°
Délka hlavové trubky	95mm	100mm	110mm	115mm
Úhel sedlové trubky efektivní	73.8°	73°	73.7°	73°
Délka sedlové trubky (od středu po vrchol)	430mm	434mm	470mm	470mm
Délka celé vidlice	506mm	530mm	506mm	530mm
Výška rámu v rozkroku	776mm	786mm	807mm	812mm
Vyosení vidlice (offset)	51mm		51mm	
Stopa kola	82mm		82mm	

Co se týče rozdílů, je třeba se zmínit o výbavě elektrokola. Elektrokola Specialized byla osazena motorem dělaným na míru od firmy Brose, která sídlí ve Švýcarsku. Motory této značky patří k nejlehčím a nejtišším na trhu. Nominální výkon motoru je 250 W. Přesná specifikace motoru je Specialized 1.3, custom Rx Trail-tuned motor. Baterie měla kapacitu 500 Wh a měla integrovaný Trail Display, na kterém jsme mohli vidět, kolik nám zbývá baterie. Na řídítkách byl namontován ovladač Trail Remote s walk režimem. Walk assistance nám může pomoci při tlačení do kopce, či do

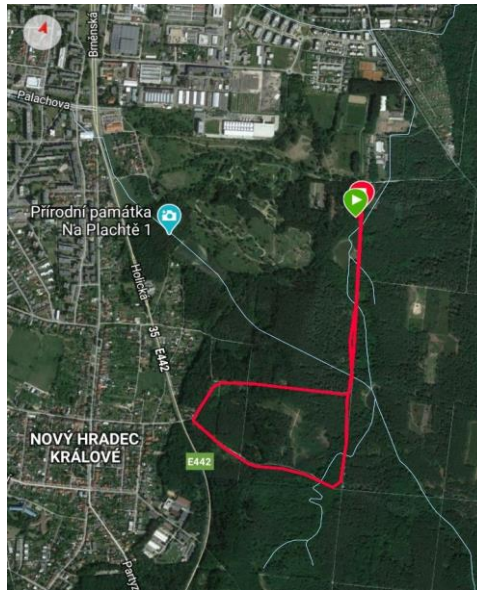
našeho domu. Walk assistance vyvine maximální rychlost 6 km/h za použití tlačítka na Trail Remote displeji.

Testovaná kola byla v sériové specifikaci, kromě sedel. Sedla byla taková, aby odpovídala naměřeným hodnotám našeho těla. Kola byla doplněná pouze o pedály značky Shimano. Pedály byly opatřeny nášlapným systémem SPD. Pro správný posed na kola byl v průběhu testování vyměněn sériový představec, za představec delší a s negativním úhlem. Snížili jsme tedy polohu řídítek pro sportovnější pojetí jízdy a lepší ovladatelnost kola. Hodnoty tlaku v pneumatikách byly voleny dle terénu a testovací dráhy. Tlaky u elektrokola byly vždy vyšší o 0,5 Baru, kvůli jeho váze. Rockhopper Expert 1X vážil pouze 11,53 kg a při vážení elektrokola Turbo Levo Comp bylo naváženo 21,31 kg i s pedály od firmy Shimano. Je vhodné informativně podotknout, že motor od firmy Brose váží 3,9 kg a baterie o kapacitě 500 Wh, tedy menší z nabízených variant baterií od firmy Specialized váží 3,1 kg. Rozdíl hmotnosti mezi oběma koly byl 9,78 kg. Logicky tak bylo lehčí kolo klasické.

6.4 Charakteristika a popis testovacích okruhů

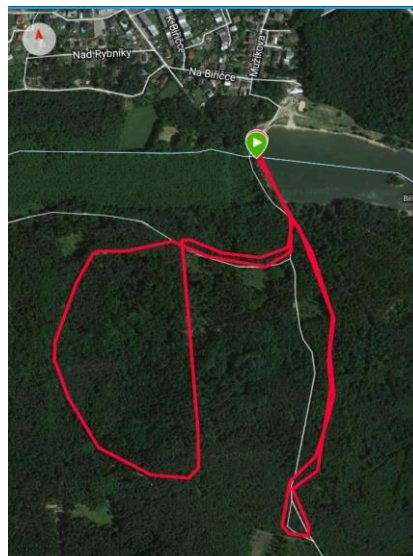
Testovací okruhy jsme vybrali a navrhli tak, aby byla možnost porovnat kola na rovině, v terénu i v technických pasážích. Trať jsme vybrali dvě. Obě tratě měly rozdílný charakter, abychom získali co nejvíce vypovídajících výsledků. Obě trasy absolvovali všichni 4 probandi. Trať jsme si nejdříve všichni společně projeli a poté jsme testovali individuálně, ve formě časovky. Všichni jezdci jeli stejnou trať na obou kolech za stálých, konstantních podmínek a následně došlo k vyhodnocení naměřených dat v aplikaci Garmin Connect.

Trasa 1 – První testovací okruh byl rovinatý. Okruh jsme vedli v lesích okolo Hradce Králové, v lokalitě Nový Hradec Králové. Trasa jsme navrhli a vybrali po zpevněné lesní cestě, bez technických pasáží. Na tomto okruhu bylo nutné pouze několikrát zatočit. Délka této trasy byla 3,79 km (Obrázek 6).



Obrázek 6. Trasa prvního testovacího okruhu (Garmin Connect App)

Trasa 2 – Okruh číslo dva jsme vybrali jako těžší, což se týká profilu trati i technických pasáží. Testovací trať měla délku 3,81 km a vedli jsme jí v okolí rybníku Biříčka. Tento okruh jsme navrhli tak, aby prověřil fyzickou kondici testovaných lidí a zároveň s technickými pasážemi se přiblížil závodům typu cross-country. Obtížnosti jsme zvolili úměrnou cyklistům, kteří trať a kola testovali. Na okruhu nechyběly výjezdy, sjezdy i technické pasáže (Obrázek 7).



Obrázek 7. Trasa druhého testovacího okruhu (Garmin Connect App)

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Komparace dosažených hodnot u jednotlivých probandů

Jak jsme již zmínili, hlavním cílem předložené diplomové práce je porovnat fyziologické nároky při jízdě na klasickém horském kole a elektrokole. V této kapitole se proto zaměříme na komparaci naměřených hodnot u jednotlivých probandů. Komparace spočívá v porovnání hodnot dosažených na elektrokole a běžném horském kole na jednotlivých testovacích okruzích.

Proband č. 1 – Petr

Petr je aktivním sportovcem a patří do kategorie výkonnostních cyklistů. Jeho výsledky tedy odpovídají trénovanosti jedince. Vyznačuje se vysokým rozsahem srdeční činnosti a velkým výkonem.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty u probanda č. 1 – Petr

	Proband č. 1 - Petr			
	EK	K	EK	K
	Trasa 1	Trasa 1	Trasa 2	Trasa 2
Vzdálenost	3,79 km	3,79 km	3,81 km	3,81 km
Čas	7:13	7:10	9:10	9:12
Prům. rychlost	31,9	32,03	25,13	25,06
Maximální rychlost	40,2	42,2	43,8	45
Prům. srdeční tep	149	145	131	149
Max. srdeční tep	165	154	161	166
TZ 1 (93-110tzm)	2	2	1	0
TZ 2 (111-129tzm)	10	11	45	20
TZ 3 (130-147tzm)	11	18	45	23
TZ 4 (148-166tzm)	77	69	7	53
TZ 5 (nad 167tzm)	0	0	0	0
TE - aerobní	2,4	2,1	2,1	2,2
TE - anaerobní	2,3	2,4	0,6	2,5
Kalorie	108	109	117	129

Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Trasa č. 1 byla u Petra v porovnání obou jízdních kol téměř totožná. V časovém rozdílu byl na klasickém kole rychlejší. Průměrná rychlost se lišila o 0,13 km/h, tudíž

Petr zvládl tuto trasu na obou kolech skoro bez rozdílu průměrné rychlosti. Za to ale maximální rychlost byla u Petra výrazně odlišná. Na rovinaté trati na elektrokole dokázal jet pouze 40,2 km/h, zatím co na běžném jízdním kole jel o 2 km/h rychleji, a to 42,2 km/h. Tento rozdíl byl daný především váhou kola, kdy na elektrokolo potřebujete více síly, než na kolo normální. Když se podíváme na průměr tepové frekvence, tak byl rozdíl 4 tepy. Průměrný srdeční tep byl vyšší u elektrokola, což bylo dáno jeho váhou. S tím souvisí i maximální dosažený srdeční tep, který byl na rovinaté trati naměřen. Na klasickém kole se maximální tep vyšplhal pouze na 154 tepů, což ve výsledku znamená, že nebylo třeba použít takové úsilí pro získání rychlejšího času, než u elektrokola. U elektrokola jsme naměřili maximální tep 165. To vypovídá, jak jsme již zmiňovali o nutnosti většího výkonu cyklisty, protože kolo v rychlosti nad 25 km/h jede pouze bez přípomoci motoru. Když se zaměříme na porovnání zón srdeční frekvence, zjistíme, že rozdíl nastal především v aerobní a anaerobní zóně. V zóně číslo 1 byla obě kola na rovinaté trati na hodnotě 2% času okruhu. Následující zóna byla na elektrokole zastoupena 10% a na klasickém kole 11%. Tudíž rozdíl byl stále minimální. V aerobní zóně se procentuální zastoupení liší o 7%. Úspornější pro Petrovo tělo bylo kolo klasické, kdy dokázal jet na nižší tepy po delší dobu. Konkrétně to bylo 18% času na běžném kole a 11% času na elektrokole. V anaerobním pásmu již máme rozdíl 8%. Rozdíl byl markantní díky zmíněné váze a odpojení elektromotoru při této testovací jízdě v rychlosti nad 25 km/h. Tedy 77% času z lehkého okruhu strávil Petr v anaerobní zóně na elektrokole. Oproti tomu strávil 69% času na kole klasickém. Tréninkový efekt byl u Petra na elektrokole velmi podobný v aerobní a anaerobní činnosti. Konkrétně to bylo v aerobní fázi 2,4 a v anaerobní fázi hodnota 2,3. Na normálním kole byla tato čísla lehce odlišná. A to v aerobní fázi vyšla hodnota 2,1 a v anaerobní činnosti je vyčíslena na hodnotu 2,4. V počtu spálených kalorií byl rozdíl pouhé jedné kalorie ve prospěch kola klasického.

Trasa č. 2 byla u Petra jasnou ukázkou skvělé efektivity jízdy s elektropohonem. Čas na kopcovité trati měl Petr na elektrokole lepší o 2 vteřiny a to konkrétně 9:10 a na normálním kole čas 9:12. S průměrnou rychlostí to bylo velmi podobné, kde rozdíl činil 0,7 km/h ve prospěch elektrokola, kdy především ve stoupáních byl znatelný motor a jeho účinnost. Maximální rychlost na elektrokole byla dosažena do hodnoty 43,8 km/h na elektrokole a 45 km/h na kole standartním. Tento rozdíl byl dán především tím, že na běžném kole Petr sedí častěji a je na něho zvyklý. Zde si můžeme všimnout velikého rozdílu průměrného srdečního tepu. Na elektrokole

to bylo 131 tepů za minutu oproti 149 tepům na kole normálním, přičemž maximální hodnota srdečního tepu byla u obou kol na hranici 160 tepů. Na elektrokole to byla hodnota 161 a na klasickém kole hodnota 166. Již z tohoto parametru víme, že elektrokolo využilo skvěle potenciál svůj i Petra. Dle rozvržení zón při druhém testovacím okruhu byla čísla následující. V zahřívací zóně Petr jel 1% času na elektrokole a ani vteřinu v této zóně nestrávil na normálním kole. Kdyžto ve snadné zóně byl rozdíl 25%, tedy jedna čtvrtina času ve prospěch elektrokola. V aerobní zóně, která je relativně komfortní pro trénink každého člověka, oproti anaerobní zóně Petrovi elektrokolo ušetřilo 22% času navíc. 45% oproti 23% z celkového času je poměrně výrazný rozdíl. Nehledě na to, že v anaerobní zóně byl rozdíl extrémní. Rozdíl v kopcovitém a náročném terénu byl rozdíl 45% času testovaného okruhu, což byl v porovnání významný rozdíl: jet 7% času ve vysoké zátěži, nebo 53% času. V maximální zóně Petr nejel ani vteřinu na žádném z kol. Poté bylo možné výborně vyhodnotit Training Effectu, kdy na elektrokole byl poměr aerobní a anaerobní činnosti 2,1 : 0,6. Na klasickém kole byla spíše trénovaná anaerobní schopnost a to na hodnotě 2,5. Aerobní činnost se zastavila na čísle 2,2. Spálené kalorie se liší o 12 jednotek. Tj. 117 na elektrokole oproti 129 na kole normálním.

Proband č. 2 – Adrián

Adrián, jak už víme, je obyčejný aktivně žijící člověk. Sport má rád, ale spíše na hobby úrovni a pro zábavu. Na **trase č. 1** byl rychlejší čas na elektrokole o 2 vteřiny. Konkrétně 7:34 a na běžném kole 7:36. Průměrnou rychlost měl vyšší o pouhých 0,07 km/h. Ovšem maximální rychlost Adriána byla vyšší o 0,8 km/h na kole klasickém. Průměrný srdeční tep byl u Adriána shodný. Jeho průměrný tep byl 120 tepů. Maximální tep byl u něho vyšší u normálního kola o 4 tepy za minutu. Jak je možné rozpoznat z výsledků, Adrián jakožto netrénovaný člověk nebyl schopen jet přes 140 tepů za minutu. I z tohoto je patrné, že většina okruhu se odehrávala v nízkých tepových zónách. Na nejnižší zóně se Adrián pohyboval na elektrokole 12% času a zbytek 87% jel ve druhé zóně srdeční činnosti. Zbylé 1% trati odjel pod hranici 93 tepů za minutu, tudíž v tabulce není zohledněno. Na klasickém kole byl Adrián nucen vydat více energie. Jel v první zóně polovinu času, oproti elektrokolu tj. 6% času a zbytek jel v zóně druhé – 92%. 1% odjel také pod prahem první zóny, tudíž mu nebylo započteno do součtu. Jak je vidět, tréninkový efekt byl pro Adriána také minimální a to pouze v hodnotě 0,8 v aerobní zóně. Oproti normálnímu kolu, kdy jel v aerobní zóně 0,9 a

v anaerobní 0,1, což byla oproti ostatním respondentům velmi nízká hodnota. S tím souvisí i počet spálených kalorií, které byly téměř na polovičních hodnotách trénovaných jedinců.

Tabulka 3. Naměřené hodnoty u probanda č. 2 – Adrián

	Proband č. 2 - Adrián			
	EK	K	EK	K
	Trasa 1	Trasa 1	Trasa 2	Trasa 2
Vzdálenost	3,79 km	3,79 km	3,81 km	3,81 km
Čas	7:34	7:36	9:09	9:21
Prům. rychlost	30,98	30,91	25,14	24,82
Maximální rychlost	37,4	38,2	47,7	48,01
Prům. srdeční tep	120	120	132	133
Max. srdeční tep	129	133	149	160
TZ 1 (93-110tzm)	12	6	7	2
TZ 2 (111-129tzm)	87	92	28	23
TZ 3 (130-147tzm)	0	1	64	70
TZ 4 (148-166tzm)	0	0	1	5
TZ 5 (nad 167tzm)	0	0	0	0
TE - aerobní	0,8	0,9	2,1	2,1
TE - anaerobní	0	0,1	0	2,6
Kalorie	73	68	111	131

Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Trasa č. 2 byla pro Adriána již náročnější. Elektrokolo mu pomohlo a vytvořilo rozdíl v čase o 12 vteřin. Vyšší průměrná rychlost byla zaznamenána o 0,32 km/h na daném okruhu. Maximální rychlost se lišila o 0,31 km/h. Na elektrokole to byla rychlost 47,7 km/h a na klasickém kole 48,01 km/h. Bylo vidět, že i Adriánovi na technické trati vyhovovalo spíše klasické lehčí kolo. Průměrný srdeční tep oproti rovinaté trase Adriánovi stoupl o 12, resp. 13 tepů za minutu. Na elektrokole měl průměrný tep 132 a na klasickém kole 133 tepů za minutu. Maximální tep se Adriánovi dostal na hodnotu 149 tepů za minutu na elektrokole. Na normálním kole se jeho maximální tep vyšplhal na 160 tepů za minutu. Zde můžeme pozorovat opět vhodnou podporu elektromotoru a snížení tepů na kopcovité trati. V zóně do 110 tepů za minutu Adrián strávil na elektrokole 7% času a na normálním kole 2% času testovaného okruhu. Ve druhé snadné zóně byl poměr 28% versus 23%, ve prospěch elektrokola, kde Adrián ušetřil energii a jel v nižší tepové frekvenci. V aerobní zóně na elektrokole jel 64% času

stráveného na okruhu a na klasickém kole 70% v této zóně. V anaerobním pásmu jel pouhé 1% na elektrokole a 5% na kole klasickém. Zde je vidět, že jednoznačně úspornější je elektrokolo pro kopcovitý terén. Tréninkový efekt byl na elektrokole pouze aerobní a to v hodnotě 2,1. Kdežto na klasickém kole byla hodnota aerobního efektu stejná, plus 2,6 hodnota anaerobního efektu. Spotřebované kalorie se liší o 20 ve prospěch klasického kola, kde zatížení bylo větší.

Proband č. 3 – Kateřina

Jak jsme již zmínili, Kateřina patří do kategorie trénovaných sportovců. Její výsledky tedy korespondují s její trénovaností na velmi vysoké úrovni.

Tabulka 4. Naměřené hodnoty u probanda č. 3 – Kateřina

	Proband č. 3 - Kateřina			
	EK	K	EK	K
	Trasa 1	Trasa 1	Trasa 2	Trasa 2
Vzdálenost	3,79 km	3,79 km	3,81 km	3,81 km
Čas	7:17	7:09	8:56	9:02
Průměrná rychlost	31,71	32,09	26,71	25,34
Maximální rychlost	39,7	40,8	41,1	42
Prům. srdeční tep	158	159	149	156
Max. srdeční tep	178	172	166	170
TZ 1 (93-110tzm)	7	4	0	1
TZ 2 (111-129tzm)	2	5	11	4
TZ 3 (130-147tzm)	1	6	28	33
TZ 4 (148-166tzm)	39	43	61	59
TZ 5 (nad 167tzm)	47	39	0	1
TE - aerobní	2,8	2,6	2,6	2,4
TE - anaerobní	2,4	2,6	2,1	2,5
Kalorie	117	108	133	142

Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Testovací trasa s rovinatým terénem (**Trasa č. 1**) byla pro Kateřinu ze srovnávacího pohledu elektrokola a kola velmi podobnou. Čas na této trati se lišil o 8 sekund ve prospěch jízdního kola bez pohonu. Logicky na tomto kole dosáhla i vyšší průměrné rychlosti. Maximální rychlost u jízd Kateřiny byla okolo 40 km/h. Na kole bez motoru dokázala jet rychleji, než na kole s elektromotorem. Srdeční činnost se u Kateřiny zastavila na čísle 178 na elektrokole. To bylo o 6 tepů vyšší číslo, než u kola

klasického, kde dosáhla maximálního tepu 172 úderů za minutu. To znamená, že na obou kolech na rovinatém terénu vynaložila velmi podobné úsilí.

Když vezmeme v potaz průměrný tep Kateřiny, tak na elektrokole byl o 1 úder za minutu nižší, než na klasickém kole a to 158 tepů za minutu. To souhlasí s tím, že i přes vyšší maximální tep jí dokázalo elektrokolo pomoci v nižších rychlostech a tím i snížit průměrný tep.

Rozložení zón srdečního tepu na elektrokole tak bylo následující. V procentech za uplynulý čas na elektrokole strávila v 1. zóně 7% času, 2% v zóně 2 a 1% v 3. zóně. V zóně 4 strávila 39% a v maximální zóně byla 47% času na testovaném okruhu. Na klasickém kole byly zóny velmi podobné. První zóna na normálním kole byla 4% z celkového času na okruhu číslo 1. Ve snadné zóně byla 5% a v aerobní zóně byla 6% času. V anaerobní činnosti byla 43% času a v maximální 39% činnosti na rovinatém testovacím okruhu. Z uvedeného rozboru lze vyčíst, že elektrokolo, které bylo těžší, Kateřina musela rozpohtybovat větší silou, protože se ve většině okruhu dostala nad rychlostní limit elektrokola 25 km/h. Tudíž musela jet za pomoci vlastní energie, bez přípomoci motoru. Její jízdní pocit tak byl stejný jako na klasickém kole, akorát musela vést kolo těžší o motor a baterii. Proto jela více času v maximální zóně tepové frekvence. Z tohoto procentuálního vyhodnocení bylo vidět, že jela delší dobu v zóně 1 na elektrokole, protože to byla ta doba, kdy byl aktivován elektromotor. Poté se Kateřina už musela držet v maximálním pásmu, aby kolo utáhla bez přípomoci motoru.

Training effect byl podobný na této trati bez převýšení. Lišil se pouze v době strávené v aerobní zóně, která byla vyšší při jízdě na elektrokole, právě díky asistenci do 25 km/h. Spálené kalorie byly vyšší na elektrokole, díky delší jízdě v maximální zóně srdečního tepu. Rozdíl spálených kalorií je zde 9 kalorií, které odpovídají všem výše zmíněným rozdílům.

Trasa č. 2 s kopcovitým profilem a technickými pasážemi: trať projela rychleji na elektrokole a to o 6 vteřin. Čas 9:02 na normálním jízdním kole je dán i menší průměrnou rychlostí o 0,6 km/h. Maximální rychlost byla vyšší na klasickém kole a to o 0,9 km/h. Maximální hodnota rychlosti byla zaznamenána 42 km/h na klasickém kole. Srdeční činnost v kopcovitém terénu již doznala větších rozdílů. Průměrný tep 149 na elektrokole a 156 na kole normálním. Toto dokumentuje rozmanitost terénu, kdy při jízdě do kopce bylo vynaloženo menší úsilí a za Kateřinu tak pracoval elektropohon. Tím pádem se Kateřina nedostala ani na tak vysoké srdeční teipy v maximální hodnotě, protože nejvyšší úsilí eliminoval v kopcích právě motor elektrokola. Rozdíl 4 srdečních

úderů za minutu byl sice malý, ale velmi důležitý. Obecně platí, že člověk využívající elektrokolo jede v těžkém terénu většinou v střední intenzitě, na normálním kole se naopak dostává i do krajních zón své srdeční činnosti. U Kateřiny to bylo v zahřívací zóně 0% na elektrokole a 1% na kole klasickém. Ve snadné zóně to bylo 11% vs. 4% pro elektrokolo, kdy vlastně Kateřina dokázala jet na nižší srdeční činnost delší dobu. V aerobní činnosti byla 28% na elektrokole a 33% na kole klasickém a v anaerobní zóně byl poměr 61% : 59% ve prospěch elektrokola. V maximální zátěži se na elektrokole nepohybovala nikdy na trase 2. Kdežto na klasickém kole byla 1% času v této zóně.

Tréninkový efekt byl **na trati č. 2** jednoznačně pro elektrokolo, díky aerobní činnosti v hodnotě 2,6 a anaerobní 2,1. Na klasickém kole to bylo ve prospěch anaerobní činnosti a to 2,5 ku 2,4. Na klasickém kole tak byla zátěž převážně ve velmi vysokých hodnotách a tím pádem to jezdce byla tato trať příjemnější na elektrokole. Spálené kalorie opět korespondují s training effectem, kdy bylo spáleno více kalorií při jízdě na klasickém kole. Poměr spálených kalorií byl 133 vs. 142 pro klasické kolo. Tudíž ten, kdo chce hubnout, vidí, že na klasickém kole v těžkém terénu spálí více kalorií. Kateřina svoje pocity z testování shrnula následovně:

Proband č. 4 – Eva

Eva patří do skupiny hobby sportovců a rekreačních sportovců. Tudíž by měla mít podobné výsledky, jako Adrián, který je na tom fyzicky velmi podobně. Eva zvládla rovinatou **trasu č. 1** rychleji na elektrokole o 7 sekund. Tím pádem i její průměrná rychlost byla vyšší a to konkrétně o 0,22 km/h. Její průměrná rychlost byla na elektrokole 27,44 km/h a na klasickém jízdním kole 27,2 km/h. Maximální rychlost Evy byla velmi podobná. Rozdíl pouhých 0,2 km/h, kdy si rychleji počínala na klasickém kole. Průměrný srdeční tep Evy byl na obou kolech téměř totožný. Rozdíl byl 2 tepy za minutu. Nižší tepový průměr Eva měla na elektrokole, které jí více pomohlo i na rovinatém terénu, protože její rychlost nebyla tak vysoká, jako u ostatních probandů. Maximální tepová frekvence byla 138 na elektrokole a 140 na kole obyčejném. Eva dle rozboru jela očividně za podpory motoru i na této rovinaté trase a nedostávala se příliš často nad hranici 25 km/h. Rozbor tepových zón Evy tomu odpovídá. V zahřívací zóně byla na elektrokole 2% času a na kole klasickém po dobu 3% času jízdy. Ve snadné druhé zóně na elektrokole objela téměř celý okruh, a to 97% času. Stejně tak na kole klasickém, kdy strávila v této zóně 89%. V aerobní zóně byla pouze 1% času na elektrokole. Na klasickém kole musela více zabírat a jela 6% času v aerobní zóně.

Tréninkový efekt Eva zaznamenala v aerobní činnosti 1,1 na elektrokole i na klasickém kole. Zatím, co na elektrokole byla její jízda bez anaerobního přínosu, na klasickém kole byla anaerobní činnost rozvinuta v minimální míře a to o 0,2. Spalování kalorií bylo v obou případech pod hranicí 100 kalorií. Na kole s přípomoci to bylo 86 kalorií a na klasickém kole 93 kalorií.

Tabulka 5. Naměřené hodnoty u probanda č. 4 – Eva

	Proband č. 4 - Eva			
	EK	K	EK	K
	Trasa 1	Trasa 1	Trasa 2	Trasa 2
Vzdálenost	3,79 km	3,79 km	3,81 km	3,81 km
Čas	8:29	8:36	11:04	11:24
Prům. rychlost	27,44	27,2	20,7	20,34
Maximální rychlost	32,9	33,1	35,5	34
Prům. srdeční tep	119	121	123	140
Max. srdeční tep	138	140	153	162
TZ 1 (93-110tzm)	2	3	14	12
TZ 2 (111-129tzm)	97	89	55	25
TZ 3 (130-147tzm)	1	6	23	41
TZ 4 (148-166tzm)	0	0	5	18
TZ 5 (nad 167tzm)	0	0	0	0
TE - aerobní	1,1	1,1	1,9	2,2
TE - anaerobní	0	0,2	0,3	2,3
Kalorie	86	93	130	149

Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Trasa č. 2 s kopcovitým terénem již Evu prověřila trochu více. Opět se ukázala výhoda elektrokola a i Eva, tak měla rychlejší čas na elektrokole. Přesně šlo o čas 11:04 a na klasickém kole zajela čas 11:24. Průměrná rychlost se pohybovala v okolí 20 km/h. Při jízdě na obyčejném kole byla rychlost nižší o 0,36 km/h a to 20,34 km/h. Nejvyšší maximální rychlosti Eva dosáhla na elektrokole (35km/h). Na klasickém kole Eva jela 34 km/h při její maximální rychlosti. Průměrný srdeční tep se velmi odlišoval. Rozdíl 17 tepů za minutu byl již velmi výrazný. Průměrný tep na elektrokole 123 tepů za minutu oproti 140 tepům na kole klasickém. Maximální srdeční frekvence byla na elektrokole 153 tepů a na klasickém kole 162 tepů za minutu. Z toho vyplývá, že elektrokolo dovolí jet ještě rychleji, při nižším úsilí. V první zóně byla Eva více na elektrokole, kde trávila 14% času a na kole strávila 12% času. V tepech od 111 – 129

tepů za minutu nastal velký rozdíl, konkrétně 55% oproti 25% na kole normálním. V aerobní činnosti se hodnoty obrátili ve prospěch běžného kola a to v poměru 41% versus 23%. Anaerobní zóna byla využita v 5% času při jízdě na elektrokole a 18% času na klasickém kole. V maximálním zatížení Eva nejela. Eva spálila více kalorií při jízdě na klasickém kole, protože se její hodnoty srdečního tepu častěji pohybovaly ve vyšší zóně.

7.2 Komparace dosažených hodnot mezi probandy navzájem

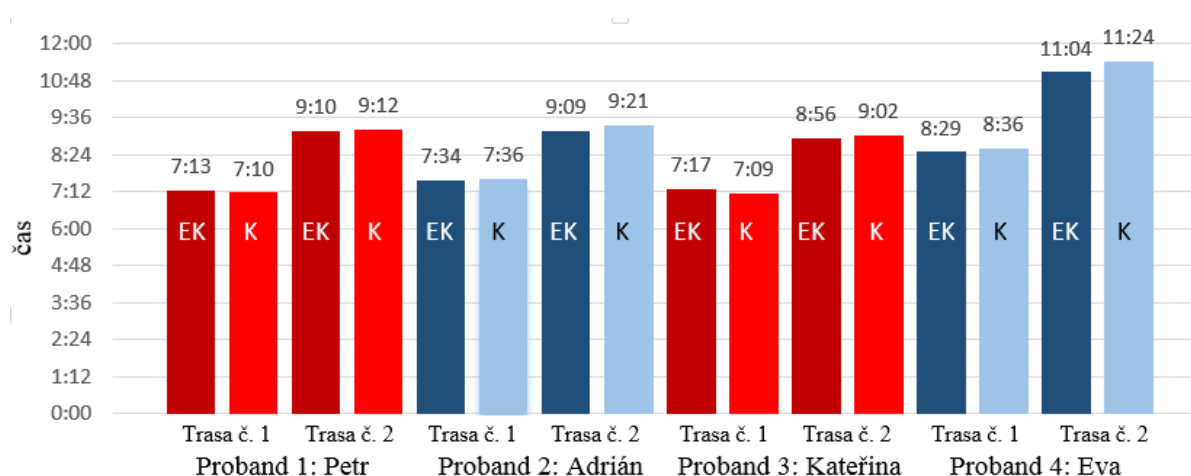
Jak jsme uvedli v úvodu práce, primárním cílem výzkumu nebyla komparace časů testovaných jedinců mezi sebou, ale komparace rozdílů v časech mezi běžným kolem a elektrokolem u jednotlivých probandů. Na druhé straně, byla by škoda nevyužít možnost, porovnat pro zajímavost i jednotlivé probandy mezi sebou. Z tohoto důvodu na tomto místě uvádíme komplexní tabulku z naměřených dat (Tabulka 6) s komentářem. Připojíme také obrázky se zobrazením komparace výsledných hodnot dosaženého času, průměrného tepu a spálených kalorií (Obrázek 8, 9, 10).

Tabulka 6. Kompletní souhrn získaných dat

	P. 1. - Petr				P. 2. - Adrián				P. 3. - Kateřina				P. 4. - Eva			
	EK	K	EK	K	EK	K	EK	K	EK	K	EK	K	EK	K	EK	K
	T1	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2
Vzdálenost (km)	3,79	3,79	3,81	3,81	3,79	3,79	3,81	3,81	3,79	3,79	3,81	3,81	3,79	3,79	3,81	3,81
Čas	7:13	7:10	9:10	9:12	7:34	7:36	9:09	9:21	7:17	7:09	8:56	9:02	8:29	8:36	11:04	11:24
Prům. rychlost	31,9	32,03	25,13	25,06	30,98	30,91	25,14	24,82	31,71	32,09	26,71	25,34	27,44	27,2	20,7	20,34
Maximální rychlost	40,2	42,2	43,8	45	37,4	38,2	47,7	48,01	39,7	40,8	41,1	42	32,9	33,1	35,5	34
Prům. srdeční tep	149	145	131	149	120	120	132	133	158	159	149	156	119	121	123	140
Max. srdeční tep	165	154	161	166	129	133	149	160	178	172	166	170	138	140	153	162
TZ 1 (93-110tzm)	2	2	1	0	12	6	7	2	7	4	0	1	2	3	14	12
TZ 2 (111-129tzm)	10	11	45	20	87	92	28	23	2	5	11	4	97	89	55	25
TZ 3 (130-147tzm)	11	18	45	23	0	1	64	70	1	6	28	33	1	6	23	41
TZ 4 (148-166tzm)	77	69	7	53	0	0	1	5	39	43	61	59	0	0	5	18
TZ 5 (nad 167tzm)	0	0	0	0	0	0	0	0	47	39	0	1	0	0	0	0
TE - aerobní	2,4	2,1	2,1	2,2	0,8	0,9	2,1	2,1	2,8	2,6	2,6	2,4	1,1	1,1	1,9	2,2
TE - anaerobní	2,3	2,4	0,6	2,5	0	0,1	0	2,6	2,4	2,6	2,1	2,5	0	0,2	0,3	2,3
Kalorie	108	109	117	129	73	68	111	131	117	108	133	142	86	93	130	149

Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo, T1 = Testovací okruh 1, T2 = Testovací okruh 2

Pokud jde o přímé srovnání **dámské** části probandů (proband č. 3 – Kateřina a proband č. 4 – Eva) na stejných okruzích začneme časem. U trénované Kateřiny byl čas logicky výrazně lepší na **rovinaté trati (Trasa č. 1)**. Průměrná rychlost i maximální rychlost při testování elektrokola na rovinatém okruhu není nikterak rozdílná. Velmi výrazná byla odlišnost kardiovaskulárního oběhu. Kdy srdce trénované Kateřiny dokázalo pracovat v mnohem vyšším rozsahu, než srdce Evy, která se do takto vysokých čísel SF téměř nikdy nedostává. Rozdíl průměrných i maximálních tepů mezi ženami byl 50 tepů. Vše se ještě více zdůraznilo při konkrétním rozboru každé tepové zóny. Vidíme, že Kateřina byla schopná i na elektrokole dosahovat srdečního tepu v maximální zóně. Naopak Eva se do maximální tepové frekvence nedostala ani při jednom pokusu, ani na kopcovité trati. Následně na tom můžeme vidět efektivitu tréninku, kdy Kateřině jsme naměřili efektivitu tréninku téměř dvakrát vyšší v aerobní zóně, než Evě. V anaerobní zóně byl rozdíl ještě větší, ale vše je dáno trénovaností každého jedince. Dle srdeční aktivity se dále počítají i kalorie. Když nemáte vysoké tepy, tak nemůžete spálit tolik kalorií, proto Eva spálí o mnoho méně kalorií, než Kateřina.



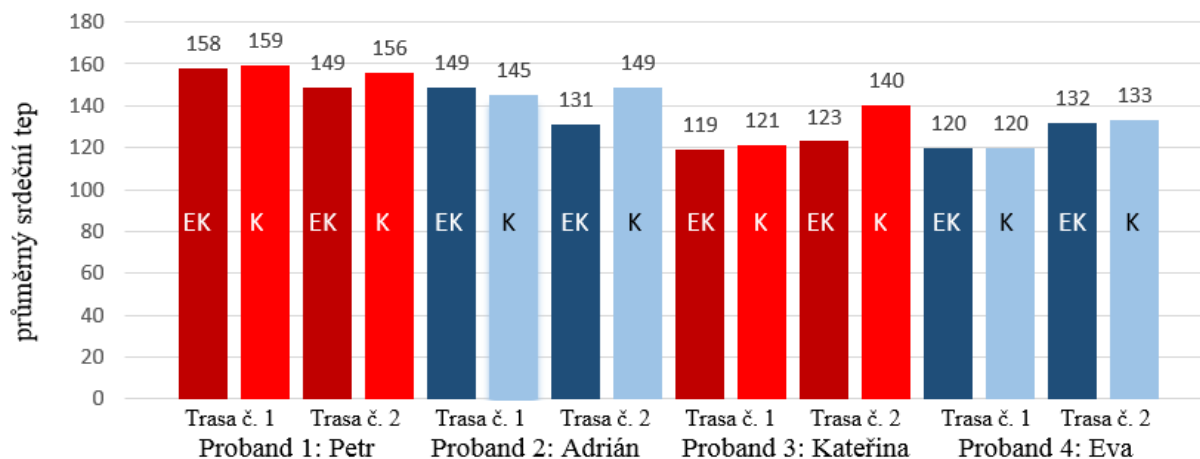
Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Obrázek 8. Komparace výsledných časů testovaných probandů na obou trasách na obou typech kol. Menší hodnota = lepší výkon.

Na **kopcovité** a náročnější **trati (Trasa č. 2)** se pak srovnání výsledků velmi podobalo trati číslo 1. Čas byl o mnoho rozdílnější, než na rovinaté trase. Lze to přičíst právě výkonnosti, ze které Kateřina vytěžila o několik minut rychlejší čas na této trati. I průměrná rychlost byla více než rozdílná, protože v kopcích se pozná kondice každého

člověka. Maximální rychlost souvisí se zkušeností a technickou vybaveností obou probandů. Opět když se zaměříme na srdeční činnost obou žen, je očividné, že v kopcovitém terénu se Eva přiblížila tepům Kateřiny. Nicméně výkon v daném tepovém pásmu byl dle časů zcela rozdílný. Opět jsme si mohli všimnout, jak Kateřina dokáže využít svůj velký rozsah srdeční činnosti, která tak dodává Kateřině možnost pracovat i v anaerobní a maximální zóně. Jasně bylo vidět, že díky technickým sjezdům se podařilo tepovou frekvenci srdce na chvíli zklidnit a tepy tak mohly klesnout. Proto u trénované Kateřiny vidíme, že se téměř nedostala do maximální zóny zatížení. Eva, jak jsme psali výše, se do této intenzity dostat nemohla, protože její srdce není trénované a není zvyklá na takto vysokou zátěž. V porovnání tréninkového efektu se na klasickém kole Eva přiblížila Kateřině na trati číslo dva nejbližší. Kalorické porovnání i díky tomu tak bylo téměř srovnatelné. Ovšem čas byl rozdílný a můžeme tak vidět, že při podobné srdeční činnosti a podobném spalování kalorií byl schopný jeden člověk objet totožnou trať se stejným vybavením i podmínkami za zcela odlišnou dobu. Tak moc je znát trénovanost. Z hlediska porovnání elektrokolo versus běžné kolo bylo vidět, že ženy využijí elektrokolo především v nižších rychlostech a lehčích terénech. Terén může být i kopcovitý, ale bez technických pasáží, které nejsou vhodné pro všechny ženy.

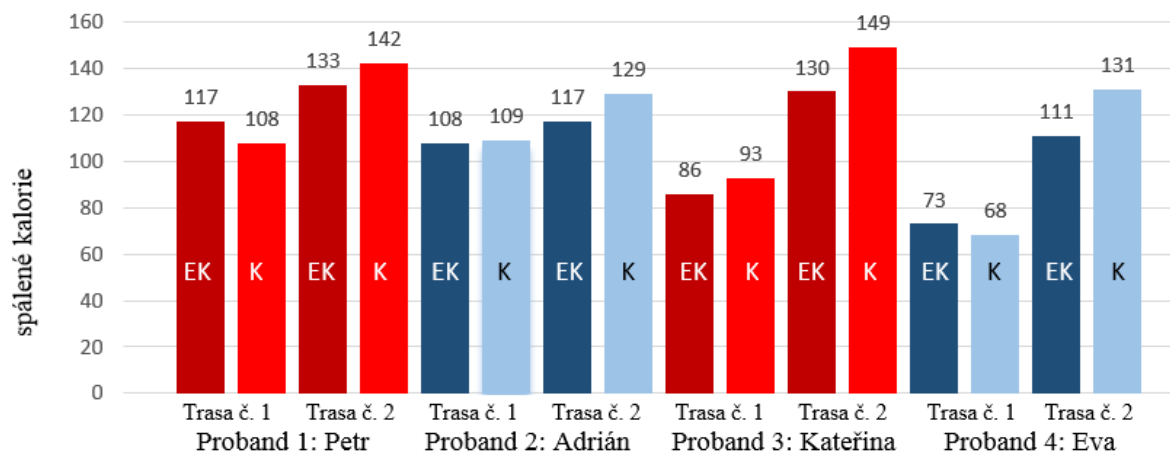
Srovnání **mužů** (proband č 1. – Petr, proband č. 2 – Adrián) na **trati č. 1** bylo velmi podobné. Rozdíl v časech na obou kolech byl okolo 20 sekund. Průměrná rychlost obou probandů byla sobě bližší, než u dámské části. Co se týče maximální rychlosti, tak lze konstatovat, že velkou roli hrají zkušenosti a výkonnost probanda, tudíž i maximální rychlost odpovídá testovaným osobám. Srdeční činnost je stejně jako v předchozím porovnání velmi odlišná. Rozdíl průměrných tepů je o 25 a maximální srdeční frekvence byla pro trénovaného člověka vyšší s rozdílem okolo 30 tepů za minutu. Opět jsme si všimli, že při detailnějším rozboru na rovinaté trati se Adrián nedostal nad hranici 130 tepů. Oproti Petrovi, který pod touto hranicí strávil pouze 12, resp. 13% času z tohoto okruhu. Nyní vidíme, že trénovaný Petr má opět veliký rozsah srdeční činnosti a je tak schopný pracovat v mnoha zónách. Díky tomuto rozsahu byl schopný mít lepší tréninkový efekt v aerobní i anaerobní zóně. Rozdíl byl zde opravdu veliký, stejně tak, jako u žen. Díky tomu byl i velký rozdíl v počtu spálených kalorií (téměř o 30 kalorií).



Vysvětlivky: EK = elektrokolo, K = běžné kolo

Obrázek 9. Komparace hodnot průměrného srdečního tepu testovaných probandů na obou trasách na obou typech kol.

Na **trati č. 2**, kde byli kopce a technické pasáže, se Adrián Petrovi vyrovnal. Na elektrokole dokonce předčil trénovaného Petra. Předčil ho o vteřinu, a jelikož je Adrián výborný technik, tak dokázal vyvinout zdatně vyšší maximální rychlost, než Petr a to i na klasickém kole. Na elektrokole měli oba probandi podobný průměrný srdeční tep. Petr se opět dostal do vyšších tepů, ačkoliv byl pomalejší než Adrián. V rozboru si můžeme všimnout, že Petr jel stejnoměrně v aerobní zóně a ve snadné zóně. Zatímco se Adrián dostal častěji do zóny aerobní. V ostatních hodnotách na elektrokole byl Adrián srovnatelným „soupeřem“, výsledný čas ale rozhodl v jeho prospěch. Na klasickém kole se již ukázala výkonnost Petra a Adriána předjel o 9 vteřin. Adrián si opět počínal lépe ve sjezdech a jel rychleji o 3 km/h. Bohužel ani to nestačilo na lepší čas pro Adriána, kterému chyběly síly do kopce. Všimněte si, že Petr jel v průměru o 16 tepů více, než Adrián, přičemž jejich maximální tep byl velmi podobný. Ze získaných údajů je možné vyčíst, že oba jeli na maximum, akorát zda vidíme rozsah trénovanosti a schopnost srdce pracovat v různých zónách. Oba trávili přes 50% času na kole ve své nejvyšší zóně. Ale Petr byl v zóně číslo 4 a Adrián v zóně číslo 3. Training effect a spálené kalorie byly téměř stejné. U mužů bylo vidět, že při kopcovité trati byl velký rozdíl v technice. Zároveň vidíme, že elektrokolo dokáže udržet hobby jezdce na úrovni trénovaného jedince především v kopcích.



Vysvětlivky: EK = elektrocolo, K = běžné kolo

Obrázek 10. Komparace hodnot spálených kalorií testovaných probandů na obou trasách na obou typech kol.

9 ZÁVĚR

Předložená diplomová práce s názvem „Komparace fyziologických nároků při použití běžného kola a elektrokola“ srovnává vybrané fyziologické parametry různých probandů při jízdě na běžném kole a elektrokole. Nastiňuje především problematiku poslední doby a to, jak moc je náročná jízda na elektrokole. Práce nejdříve přibližuje všechny potřebné údaje z teoretického hlediska, aby každý byl schopen se orientovat v terminologii a specifických cyklistických tématech, které prostupují do praktické části. Ke zpracování výsledků z praktického měření, je třeba znát vývoj a charakteristiku obou typů testovaných kol. Důležité je také porozumění a znalost biomechaniky a fyziologie jízdy na kole. Ve výsledcích praktické části proto zohledňují odlišné pohlaví a výkonnost probandů.

Měření jsme prováděli se čtyřmi probandy: dva mužského pohlaví a dva ženského pohlaví. Všichni probandi absolvovali 2 odlišné trasy na klasickém jízdním kole a na elektrokole. Pro měření byly nezbytné konstantní klimatické podmínky a především identické materiální vybavení se stejnými komponenty a motorem. Efektivita měření by nebyla možná bez použití měřicího systému Garmin, který poskytl informace o každém testovaném člověku.

Cílem diplomové práce bylo nalézt odpověď na výzkumnou otázku „*jak se budou lišit dosažené hodnoty času, rychlosti a teplové frekvence a „spálených“ kalorií u testovaných probandů při jízdě na běžném horském kole a elektrokole?*“. Jestli bude lepší elektrokolo pro hobby jezdce v terénu, nebo jestli je lepší vlastnit obyčejné, levnější kolo bez motoru. Bude elektrokolo vůbec dobrou volbou, nebude pro ženy obtížné na ovládání? Vyplatí se investovat do elektrokola, nebo raději více trénovat? Vyhraje pohodlí a komfort, nebo opravdový sport?

Výše uvedené výsledky měření odhalily na první pohled velmi podobné údaje v závislosti na obtížnosti trasy. Každý z probandů měl velmi podobné rychlostní a časové údaje z kola i z elektrokola. Rozdíl byl především v srdeční činnosti každého jezdce. Elektrokolo nám umožnilo jet stejnou rychlostí při nižší fyzické zátěži v kopcovitém terénu a klasické horské kolo naopak vítězí na rovinách, kde rychlost přesahuje 25 km/h..

Výsledky naznačují, že pro trénovaného cyklistu není žádný extrémní rozdíl, jestli použije elektrokolo, nebo klasické kolo. Samozřejmě je pravděpodobné, že při delší jízdě, by rozdíl zřejmě nastal. Díky skvělé kondici a připravenosti svalů na

cyklický pohyb jsou schopni konkurovat elektrokolu i při jízdě do kopce. Naopak při srovnání hobby jezdců byl jasně vidět propastný rozdíl na kopcovité trase. Tam rozdíl průměrné srdeční činnosti byl i o více než 10 tepů za minutu.

Z výsledků měření vyplynulo, že trénování jedinci, kteří jsou schopni pracovat ve velkém rozsahu tepů, je elektrocolo zbytečná investice. Na rovinaté trase se srdeční tep takřka rovnal na obou kolech obou trénovaných probandů. Kdežto na profilově náročnější trati se srdeční činnost snížila, byť rychlostně na tom byli velmi podobně, jako s normálním kolem. Z tohoto se dá usoudit, že elektrocolo je vhodný pro trénované jedince pouze jako regenerační prostředek, nebo jako prostředek ke zlepšení techniky jízdy.

U hobby cyklistů byl výsledek velmi podobný, akorát se činnost srdce odehrávala v nižších hodnotách. Procentuálně podobná čísla, ovšem netrénovanost a bolest svalů po absolvování trasy byla citelná. Proto již z tohoto hlediska je pro hobby cyklistu lepší investice do elektrokola, která se mu vyplatí a bohatě vrátí, díky zážitkům z cest, které získá. Bude schopen objet delší trasu na horách za kratší čas a ještě nebude tolik unavený. Ve výsledcích bylo vidět, že jízda na elektrocole těmito dvěma probandům naprosto vyhovovala i z hlediska srdeční činnosti. Jejich tepy se pouze výjimečně dostali na hranici aerobní zóny na okruhu prvním a na anaerobní zónu na okruhu druhém. Šlo pouze o minimální čas v této zóně, oproti jízdě na kole běžném.

Elektrocolo by bylo dle výsledků skvělým pomocníkem pro sportovce při regeneraci a tréninku techniky, jelikož si i sportovec na elektrocole může odpočnout a tak skvěle zregenerovat při specifickém cyklickém pohybu. Zároveň se ukázalo jako skvělý pomocník za všech okolností pro lidi, kteří nejsou zatěžováni závody a soupeřením na vyšší úrovni. Pro tyto lidi bude elektrocolo vhodným sportovním partnerem. Na rovinatém terénu je elektrocolo výhodou a zároveň příjemným pomocníkem na cestě za poznáním.

V porovnání s podobnými výzkumy a pracemi jsme dospěli k závěru podobnému, jako práce z amerického BioMedicínského centra (Anonymous, 2020e). Jízda na elektrocole byla v porovnání s klasickým kolem příjemnější a při srovnání jí lze přirovnat k rychlé chůzi. Při porovnání bylo možné v jejich práci vidět, že srdeční aktivita byla vyšší zhruba o 12 tepů za minutu na kole bez motoru. Rozdíl bude jako rozdíl běhu oproti chůzi (Anonymous, 2020f).

V jiné švýcarské studii (Anonymous, 2020g) se potvrdilo také to, co vyplývá i z našeho testování. „E-bikeři“ vydrží na kole déle a ujedou delší vzdálenost. Na tomto testu bylo také zohledněno hledisko jízdy do práce, která začíná být v mnoha metropolích Evropy i světa velmi problémová. Lidé tak pomalu přeseďají z aut na elektrokola, nebo jiné dopravní prostředky (Anonymous, 2020h).

Tudíž výzkum potvrdil vhodnost pořízení elektrokola pro lidi, které chtějí či musí šetřit své zdraví. V tomto případě by bylo dobré podotknout, že vše závisí na každém z nás, jak se k této problematice postaví. Existuje stále mnoho lidí, kteří jsou a vždy budou razantně proti elektrolům a nedokáží pochopit, že ne každý je zdrav a může na kole vyjet kamkoliv a kdykoliv. U elektrol tak připlácíme především za baterii a motor, který je u elektrol to nejpodstatnější. Proto je důležité při investici do elektrokola zvážit jeho užitnou hodnotu pro nás, jako cyklisty. Dle toho se poté dají pořídit různé varianty elektrol, o kterých se píše v první části práce.

Elektrokola mají v moderním světě své opodstatnění a využití. Nejsou pouze marketingovým tahem nebo výdobytkem moderní doby. Zároveň tvrzení, že elektrokolo je drahá záležitost pro běžného člověka, není úplně pravdivé. Naopak, pro běžného člověka je to ta nejrozumnější investice, která se člověku vyplatí a bude s ní spokojen, pokud trochu cestuje a má rád hory. Pro sportovce je elektrokolo přežitkem a zbytečnou investicí, což jsme viděli i ve výsledcích testů. Jedinou překážkou pro koupi ebiku je tak pouze vyšší pořizovací cena elektrokola, která je vykoupena nevšedními zážitky a zcela novou dimenzí cykloturistiky. Takže je pouze na každém uživateli, zda chce investovat více prostředků do koupe elektrokola a jízdu si vždy užít na maximum, nebo zda zvolí kolo klasické a raději se pořádně zapotí a zasportuje.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anonymous. (2006). [online]. 23. 2. 2020 from World Wide Web on:
https://is.muni.cz/el/1451/podzim2011/bp1239/um/7408942/06_historie_MTB.txt
- Anonymous. (2017). [online]. 22. 1. 2020 from World Wide Web on:
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle
- Anonymous. (2019). [online]. 29. 12. 2019 from World Wide Web on:
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle
- Anonymous. (2019a). [online]. 30. 12. 2019 from World Wide Web on:
<https://www.polar-eshop.cz/proc-pouzivat-sporttester>
- Anonymous. (2020). [online]. 13. 3. 2020 from World Wide Web on:
https://en.wikipedia.org/wiki/Mountain_bike
- Anonymous. (2020a). [online]. 17. 3. 2020 from World Wide Web on:
<https://www.sportigo.cz/udelejme-si-jasno-tepove-frekvenci/>
- Anonymous. (2020b). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<http://www.komplexnizdravi.cz/pohyb/energeticky-vydej-cloveka-pri-sportu-a-praci/>
- Anonymous. (2020c). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<http://www.biker.sk/44020/aky-je-skutocny-rozdiel-vo-vykone-na-elektrobicykli-v-porovnaní-jazdou-na-klasickom-bicykli/>
- Anonymous. (2020d). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5406898/#CR19>
- Anonymous. (2020e). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
https://journals.lww.com/acsm-sse/_layouts/15/oaks.journals/ImageView.aspx?k=acsm-msse:2009:11000:00018&i=T2-18&year=2009&issue=11000&article=00018&type=Fulltext
- Anonymous. (2020f). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259019821930017X>
- Armstrong, L. & Carmichael, C., & Nye, J. (2005). *Cesta k vítězství*. Vsetín: Altimax.
- Bernaciaková, M. (2012). *Fyziologie*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Blaha, F. (2016). *Terminologie cyklistiky v ruském jazyce*. Diplomová práce. Brno: Masarykova Univerzita, Filozofická fakulta.
- Cibulka, K. (2004). *Mechanika jízdního kola*. Praha: ČVUT.
- Dovalil, J. (1982). *Malá encyklopedie sportovního tréninku*. Praha: Olympia.
- Formánek, J. & Horčic, J. (2003). *Triatlon*. Praha: Olympia.

- Henke, S. (2008). *Skripta pro trenéry cyklistiky*. Jičín: RK Tisk.
- Holeček, M. (2006). *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada Publishing.
- Hrubíšek, I. (2002). *Horské kolo od A do Z*. 5. Praha: Sobotáles.
- Hrubíšek, I. (2011). *Elektrokola: nová dimenze cyklistiky*. Plzeň: Cykloknihy.
- Kohlíková, E. (2007). [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<http://web.ftvs.cuni.cz/elstudovna/index.php?page=fyziologie>
- Konopka, P. (2007). *Cyklistika*. Liberec: Reproart s.r.o.
- Korvas, P. & Zahradník, D. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Kračmar, B., & Dušková, J., & Zelenka, K. (2005). *Stereotyp chůze v cyklistice*. Praha: Univerzita Karlova.
- Landa, P. (2005). *Cyklistika – trénink a jeho plánování*. Praha: Grada Publishing.
- Lorenc, M. (2017). Závěrečné práce – metodika. [online]. 22. 5. 2017 from World Wide Web on: <http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>
- Makeš, P. & Král L. (2002). *Velká kniha cyklistiky*. Praha: Computer Press.
- Marek, V. (2019). Další automobilka začne nabízet elektrokola, GM Ariv dorazí na jaře i do Evropy. *AutoRoad.cz*. [online]. 18. 3. 2020 from World Wide Web on: <https://autoroad.cz/zajimavosti/95477-dalsi-automobilka-zacne-nabizet-elektrokola-gm-ariv-dorazi-na-jare-i-do-evropy>.
- Mikyska, J. (2006). *Historie cyklistiky a nastupující trendy MTB*. Diplomová práce. Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno.
- Neupert, H. & Schroder, J., & Schulz, M. (2013). *The eBike Books*. Germany: teNeues.
- Novotný, J. (2013). *Zátěžové testy ve sportovní medicíně*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Pehle, T. (2008). *Cyklistika: lexikon: typy kol, výbava a technologie, výlety*. Čestlice: Rebo.
- Sedláčková, K. (2013). *Fyziologické aspekty horské cyklistiky a plánování tréninku* (Bakalářská práce). Brno: Masarykova Univerzita.
- Sekera, J. & Vojtěchovský, O. (2009). *Cyklistika-průvodce tréninkem*. Praha: Grada publishing.
- Slinn M. (2010). *Build your own electric bicycle (Tab green guru)*. England: McGraw-Hill Education TAB.
- Sokol, M. (2012). *Funkční diagnostika v tréninkové přípravě výkonnostního cyklisty se zřetelem k psychologickým aspektům zátěže*. (Bakalářská práce). Plzeň: ZUP.

Specialized.com. [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<https://www.specialized.com/cz/cs/turbo-levo-hardtail/p/170508?color=264064-170508&searchText=95120-7301>

Specialized.com [online]. 19. 3. 2020 from World Wide Web on:
<https://www.specialized.com/cz/cs/rockhopper-expert-1x/p/171060?color=263521-171060>

Šilar, J. (2018). *Srovnání specifických technických parametrů u MTB II*. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta.

Van Dijk H. & Winkelmanns C. (2018). *E-bike books*. Belgium: Lannoo.